

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Bc. Martin Vaněk

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

**Řízení provozu budovy pomocí systému
KNX**
Building Control using KNX System

2012

Bc. Martin Vaněk

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Martin Vaněk

Studijní program:

N2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2601T004 Měřicí a řídicí technika

Téma:

**Řízení provozu budovy pomocí systému KNX
Building Control using KNX System**

Zásady pro vypracování:

Pro účely výuky předmětu "Řízení provozu budov" vytvořte na HW modelu rodinného domu aplikaci řízení osvětlení a žaluzií systémem KNX. Inteligentní elektroinstalace KNX sjednocuje všechny doposud samostatné systémy automatizace budov a řídí jejich práci ve vzájemné součinnosti.

1. Přehled v současnosti používaných systémů řízení budov.
2. Teoretický rozbor systému KNX.
3. Návrh způsobu řízení domku a definice funkce.
4. Implementace, ověření a tvorba dokumentace.
5. Ověření vlastní spotřeby KNX komponent.
6. Zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. MERZ, Hermann. *Automatizované systémy budov*. 1.vyd. Praha : Grada, 2009. 264 s. ISBN 978-80-247-2367-9.
2. *KNX certification*. Memmingen: Schneider Electric 2010, interní studijní materiál.
3. KNX Association [online]. 2011 [cit. 2011-11-30]. KNX. Dostupné z WWW: <www.knx.org>.
4. Futurasmus KNX Group [online]. 2011 [cit. 2011-11-30]. KNX. Dostupné z WWW: <www.futurasmus-knxgroup.com>.
5. IT dům. Inteligentní dům. [online]. 2011 [cit. 2011-11-30]. KNX. Dostupné z WWW: <<http://www.itdum.cz>>.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Petr Bilík, Ph.D.**

Datum zadání: 18.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

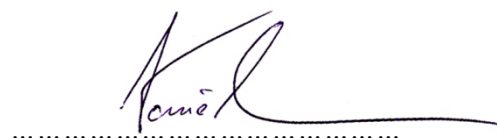


doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Vaněk', is written over a horizontal dotted line.

Bc. Martin Vaněk

Datum odevzdání diplomové práce: 4. 5. 2012

Abstrakt

Tato práce popisuje sběrníkový systém KNX, který je jednotným systémem pro komplexní řízení inteligentních budov a domácností. V současné době se v budovách nachází mnoho nových systémů pro zabezpečení, řízení osvětlení, regulaci vytápění, a mnoho dalších běžně používaných technických prvků zvyšujících komfort bydlení. Systém inteligentní elektroinstalace KNX sdružuje všechny tyto technologické části do jednoho, logicky uspořádaného systému. Automatizace budov je v dnešní době velmi diskutované téma především v rozsáhlých budovách a kancelářských objektech. Výhody automatizovaných budov spočívají převážně ve snižování provozních nákladů, zvyšování komfortu bydlení a zvýšení variability elektroinstalací.

V této práci je teoreticky probrána funkce systému KNX a vytvořen vzorový postup návrhu systémové elektroinstalace pro rodinný dům, na základě kterého jsou požadované funkce prakticky realizovány na výukových panelech.

Abstract

This thesis describes the bus system KNX, which is a uniform system for the comprehensive management of intelligent buildings and homes. Nowadays we can find in the buildings a lot of new systems for security, lighting control systems, heating control systems, and many other commonly used technical elements designed to increase living comfort. The KNX intelligent electrical installation system combines all the technological parts into one logically structured system. Building automation is currently very debated theme especially in large buildings and office buildings. Benefits of automated buildings consist mainly in cutting operational costs, increasing comfort housing and improving variability of electrical installation.

In this thesis system function KNX is theoretically discussed and a sample procedure design for intelligent electrical system in residential house is created, on whose basis the requirements are practically implemented into trainings panels.

Klíčová slova

Inteligentní budova, řízení provozu budov, KNX, EIB, sběrníkový systém, inteligentní elektroinstalace.

Key Words

Intelligent building, buildings management, Building Control, KNX, EIB, Bus system, intelligent electroinstallation

Seznam použitých symbolů a zkratek

AC	- (Alternating Current) střídavý proud
ACK	- (Acknowledge) pozitivní potvrzení
ANSI C	- Programovací jazyk C
CIB	- (Common Interface Bus) dvouvodičová sběrnice
COM	- Hardwarové rozhraní
CPU	- (Central Processing Unit) centrální procesorová jednotka
CSMA/CA	- (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) metoda vícenásobného přístupu ke sběrnici s nasloucháním nosné
DC	- (Direct Current) stejnosměrný proud
DPT	- (Date point type) datové typy u sběrnice KNX
EIB	- (European Installation Bus) evropská instalační sběrnice
EIS	- (EIB Interworking Standard) datové typy u sběrnice EIB
ETS	- (Engineering Tool Software) vývojový software pro systém KNX
EZS	- Elektrická zabezpečovací signalizace
EPS	- Elektronická požární signalizace
GSM	- (Global System for Mobile Communications) globální systém pro mobilní komunikaci
I/O	- (Input/Output) vstup/výstup
IDM	- Nástroj pro parametrizaci systému INELS
iMM	- Inels multimedia
IP adresa	- (Internet Protocol) protokol internetu
IR	- (Infrared Radiation) infračervené záření
ISDN	- (Integrated Services Digital Network) digitální síť integrovaných služeb
ISO/OSI	- (International Organization for Standardization/Open System Interconnection) referenční model pro komunikaci v počítačových sítích
KNX	- Standard pro inteligentní budovy, systém inteligentní elektroinstalace
LAN	- (Local Area Network) místní počítačová síť
LCD	- (Liquid crystal display) displej z tekutých krystalů
LED	- (Light-Emitting Diode) dioda emitující světlo
LON	- (Local Operating Networks) místní provozní síť
NACK	- (Negative Acknowledge) negativní potvrzení
OPC	- (OLE for process control) komunikační protokol
PC	- (Personal Computer) osobní počítač
PLC	- (Programmable Logic Controller) programovatelný logický automat
Profibus	- (Proces Field Bus) průmyslová komunikační síť
PROFInet	- Průmyslová komunikační síť
RF	- (Radiofrequency) rádiová frekvence
SELV	- (Safety Extra Low Voltage) bezpečné malé napětí
SMS	- (Short message service) služba krátkých textových zpráv
USB	- (Universal Serial Bus) univerzální sériová sběrnice

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Přehled v současnosti používaných systému řízení budov	5
2.1	Sběrnice LonWorks.....	5
2.2	Inteligentní elektroinstalace ABB Ego-n.....	6
2.2.1	Sběrnice v systému Ego-n	6
2.2.2	Úrovně nastavování systému Ego-n.....	7
2.2.3	Délka a topologie primární sběrnice	7
2.2.4	Délka sekundární sběrnice.....	7
2.3	iNELS a sběrnice CIB	8
2.3.1	Sběrnice CIB	8
2.3.2	Centrální jednotka	9
2.3.3	iNELS multimedia	11
3	Sběrníkový systém KNX	12
3.1	Princip činnosti systému KNX.....	13
3.2	Sběrnice KNX.....	14
3.3	Topologie vedení	16
3.4	Komunikace.....	19
3.4.1	Přístup ke sběrnici.....	19
3.5	Software ETS.....	21
3.5.1	Konstrukce fyzické adresy	21
3.5.2	Skupinové adresy	22
3.5.3	Vlajky (flags) komunikačních objektů	22
3.5.4	Činnost zabezpečí určitá nastavení jednotlivých vlajek:.....	22
3.5.5	Zápis nastavení do komponent	23
3.6	Přenos dat	24
3.7	Telegramy – forma přenosu informací po sběrnici KNX	27
3.8	Stavba telegramu.....	28
3.8.1	Kontrolní pole.....	29
3.8.2	Adresa odesílatele.....	30
3.8.3	Adresa příjemce	31
3.8.4	Přepravní pole.....	32

3.8.5	Vymezení délky	32
3.8.6	Datové pole.....	32
3.8.7	Zkušební pole	35
4	Vzorový postup návrhu systémové elektroinstalace pro rodinný dům	36
4.1	Dispozice a půdorysná schémata	36
4.2	Podrobný popis funkcí rodinného domu	38
4.3	Podrobný popis funkcí v jednotlivých místnostech	38
4.3.1	Ložnice	39
4.3.2	Obývací pokoj.....	43
4.3.3	Kuchyně	46
4.3.4	Koupelna	49
4.3.5	Vstup, chodba	50
4.3.6	Bazén, zahrada.....	52
5	Programování systému KNX.....	53
5.1	Příklad nastavení komponent na sběrnici KNX.....	53
5.1.1	Vytvoření projektu	53
5.1.2	Vložení komponent do projektu	54
5.1.3	Parametrizace a nastavení vložených komponent.....	54
5.1.4	Nastavení tlačítkových snímačů	54
5.1.5	Nastavení spínacích a stmívacích aktorů.....	62
5.1.6	Sestavení skupinové adresy	67
5.1.7	Ovládání venkovního osvětlení	70
5.1.8	Uložení nastavení do KNX komponent.....	70
5.1.9	Export (import) projektu z programu ETS	71
6	Diagnostika systému KNX.....	72
6.1	Cíle diagnostiky	72
6.2	Nesprávná funkce systému	72
6.3	Diagnostické nástroje v programu ETS.....	73
6.3.1	Device info	73
6.3.2	Individual Addresses.....	73
6.3.3	Unload Device	74
6.3.4	Check Project.....	74

6.3.5	Online Error Diagnostics.....	74
6.3.6	Online Installation Diagnostics.....	74
6.3.7	Group Monitoring.....	74
6.3.8	Bus Monitoring.....	74
6.3.9	Tool Diagnostics.....	75
6.4	Postup diagnostiky v ETS.....	75
7	Realizační projektová dokumentace	77
7.1	Příklad schématu rozvaděče	78
8	Technická specifikace a cena řešení	79
8.1	Technická specifikace přístrojů	80
9	Ověření spotřeby KNX komponent	81
10	Závěr	84
	Literatura.....	86
	Seznam příloh.....	89

1 Úvod

V dnešní době už není dům jen čtyři stěny, jedna lampa a hořící kamna v rohu místnosti. V moderním domě jde zejména o pohodlí a komfort. Dům má být místem odpočinku a příjemných chvil strávených s rodinou nebo přáteli.

Do budov přibylo mnoho nových systémů pro zabezpečení, řízení a pohodlí domova. Nastává tak problém s velkým množstvím vodičů, ovládacích míst a velice složitou elektroinstalací pro dosažení požadovaných zákaznických přání. Tento problém se začal řešit v nedávné době a vznikl tak nový standard pro domovní elektroinstalace. Plně automatizované domy, řízené po sběrnici, vnesly do života naprostou jednoduchost a vysoký komfort ovládání. Možnosti světelných scén, snímačů pohybu, nastavování vytápění v závislostech na individuálních potřebách uživatele, tyto a mnoho dalších funkcí jsou ve sběrnicovém systému samozřejmostí. U konvenční elektrické instalace se navíc musíme dlouho před samotným započítím stavby rozhodnout, jak bude fungovat, kudy povede kabeláž a kde budou umístěny elektroinstalační přístroje. Díky tomu, že se v inteligentní elektroinstalaci vše může kdykoliv změnit nebo rozšířit, a to bez obvyklého nepořádku a pokládání nové kabeláže, můžeme tato rozhodnutí nechat na později.

Sběrnicový systém zjednoduší všední život doma, nastaví individuálně pracovní podmínky v kanceláři dle našich přání. Nezanedbatelnou výhodou jsou úspory na energiích vynaložených na vytápění, osvětlení, chlazení atd. Sběrnicová elektroinstalace zvýší komfort a variabilitu elektroinstalací. Základním rozdílem proti klasické elektroinstalaci je způsob pokládky kabeláže, který celý postup instalace velmi zjednodušuje. Elektroinstalatér dostává do ruky nástroj, kterým lze velmi snadno elektroinstalaci rozšířit, změnit funkce vypínačů, instalaci ovládat na dálku a dalších funkcí, které jsou obtížně realizovatelné nebo nerealizovatelné v klasické elektroinstalaci. [1]

Tato práce popisuje technické parametry KNX standardu, který představuje technologii pro inteligentní budovy, díky které lze do jednoho funkčního celku sjednotit mnoho samostatných systémů. Praktická část práce je zaměřena na návrh opakovatelného postupu při realizaci inteligentní elektroinstalace. Zabývá se vhodným zápisem požadavků na ovládání jednotlivých funkcí uvnitř budovy a následně jejich praktickou implementací na výukových panelech, které modelují rodinný dům. V praktické části je také popsána práce s jednotným nástrojem určeným k parametrování KNX komponent a vytváření vzájemných komunikačních vazeb.

2 Přehled v současnosti používaných systému řízení budov

První myšlenka na inteligentní elektroinstalaci, nebo spíše automatizovaný dům se objevuje v 50. letech minulého století. Prvotní představa původně zahrnovala jen automatické řízení vyhřívání, roboty na čištění podlah a audio/video systém v hlavní místnosti.

V 60. letech minulého století byl v Japonsku prezentován „inteligentní dům“, v němž veškeré funkce řídil počítač. Tyto práce se však nesetkaly se širokým uplatněním v praxi, zejména proto, že ceny energií byly oproti těm současným zanedbatelné a neexistoval tedy ekonomický důvod ke snižování provozních nákladů. V Evropě jako jedny z prvních inteligentních systému vznikaly centralizované systémy u německého koncernu Siemens. [2]

Automatizace budov je v současnosti velice rychle se rozvíjející obor. V podstatě každá větší společnost zabývající se elektroinstalacemi nebo automatizací nabízí vlastní specializované produkty.

2.1 Sběrnice LonWorks

Technologii LonWorks vyvinula firma Echelon v letech 1989 až 1992 ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola, přičemž v roce 1992 byla uvedena na trh. LonWorks vychází z obecné definice sítě zvané Local Operating Networks (LON), tj. místní datová síť. [3]

Tato platforma v některých rysech připomíná Internet, primárně je ale určena pro účely automatizace, měření a regulace. Je také vhodná pro řízení spotřebičů a automatizaci budov (klimatizace, vytápění, osvětlení apod.) a pro dálkový sběr dat z měřičů energií.

Jako přenosové médium může sloužit téměř cokoliv: kroucená dvojlinka, optické vlákno, napájecí síť, bezdrátové spojení. Topologie sítě může být libovolná.

Síť LonWorks využívá peer-to-peer architektury (přímá komunikace systémem uzal-uzal) s prioritním systémem zasílání zpráv. Síť může být rozdělena na domény (domain), ty mohou být dále rozděleny na podsítě (subnet), navíc uzly (node) v doméně mohou tvořit také skupiny (group). Uzly obsahují tzv. neuron-čipy (neuron chip), ve kterých je implementováno spodních šest vrstev protokolu LonTalk (podle modelu ISO/OSI). Pro programování se používá jazyk Neuron C odvozený od klasického ANSI C. Technologie je proprietární - uzavřená, neuron-čipy, vývojové prostředí i diagnostické nástroje dodává firma Echelon. [4]

Technologie je již přijata mnoha výrobci, kteří nabízí velké množství hardwarových i softwarových komponent pro vystavění distribuované sítě LonWorks. Dnešní poměrové využití systému LON je odhadováno na 35 % v systémech budov, 15 % v domácích aplikacích, 35 % v průmyslové automatizaci a 15 % v ostatních oblastech. [5]

2.2 Inteligentní elektroinstalace ABB Ego-n

Ego-n je sběrniceový systém využívající pro komunikaci mezi jednotlivými prvky sběrnici, tvořenou speciálním čtyřžilovým kabelem – dva vodiče slouží pro přenos informace, a dva pro napájení prvků systému. V případě potřeby lze použít i bezdrátové ovládací prvky. [1]

2.2.1 Sběrnice v systému Ego-n

Systém tvoří dva typy sběrnice, které zprostředkovávají (přenášejí) komunikaci mezi jednotlivými prvky. Rozlišujeme tyto typy sběrnice:

- primární sběrnice,
- sekundární sběrnice.

Na základní primární sběrnici jsou připojeny jednotlivé vstupy – snímače (tlačítkové snímače, digitální vstupy apod.), výstupy – akční členy (spínací moduly, stmívací moduly apod.), vždy modul řídicí, který zajišťuje přenos informací mezi prvky systému, a modul napájecí. Na jednu primární sběrnici lze připojit maximálně 64 prvků systému.

Vstupy (snímače) převádějí akci od uživatele nebo jiného zařízení (stisk tlačítka, povel z termostatu o změně teploty, aktivace digitálního vstupu atd.) na datovou informaci, která je odeslána po sběrnici a dle nastavení vyhodnocena příslušným výstupem, který provede požadovanou akci (proto akční člen), např. sepnutí, stmívání, vyvolání scény a podobně.

Komunikace po sběrnici probíhá tak, že každý prvek systému jak na primární, tak na sekundární sběrnici, má své jedinečné registrační číslo uložené ve vyjímatelné paměťové kartě (viz obr. 2.1).



Obr. 2.1: Paměťová karta s unikátním registračním číslem

Jakmile stiskneme například spínač tlačítkového snímače Ego-n, odešle snímač zprávu (registrační číslo) do sběrnice. Připojené výstupy (akční členy) „poslouchají“ a jestliže se najde takový, který má naprogramované shodné registrační číslo (RČ) ve své paměti, reaguje dle svého nastavení (např. sepne osvětlení nebo topení).

Velkou výhodou systému jsou vyjímatelné paměťové karty v každém prvku i modulu. Při naprogramování je veškeré nastavení uloženo právě do této karty. Při náhodné poruše systémového prvku se tedy karta pouze vyjme a vloží do prvku nového. Po připojení je automaticky obnoveno původní nastavení daného prvku, bez jakéhokoliv opětovného programování.

Sekundární sběrnice propojuje řídicí členy primárních sběrnic, a jsou k ní připojeny vstupně výstupní jednotky, jako například komunikační modul (zároveň sloužící k napájení sekundární sběrnice), GSM modul, vysílací RF modul a modul logických funkcí. Sekundární sběrnice je

zpravidla pouze v rozvaděči a je nutné počítat pouze s dostatečnou prostorovou rezervou v rozvaděči pro umístění dalších modulů sekundární sběrnice.

Počet řídicích modulů propojených sekundární sběrnici je maximálně 8. V největším rozsahu instalace může být do systému zapojeno až 512 prvků. Pokud je v instalaci více sekundárních prvků stejného typu, je nutné u každého z nich nastavit rozdílnou sekundární adresu.

2.2.2 Úrovně nastavování systému Ego-n

Systém Ego-n je tvořen dvěma úrovněmi Basic a Plus v závislosti na rozsahu a požadované funkcionalitě instalace.

Úroveň Basic, tj. instalace s jedním řídicím modulem, lze programovat bez použití počítače tzv. tlačítkovým módem (pro snadnější programování lze použít programovací přípravek). Spínání osvětlení, stmívání, činnost rolet, snímačů pohybu Ego-n i provázání termostátů a termohlavic se nastavuje velmi snadno aktivací příslušného výstupu akčního členu (tlačítka CHANNEL a PROG na modulech) a přiřazením tlačítka snímače dvojitým stiskem hmatníku tlačítka.

Úroveň Plus představuje instalaci s více než jedním řídicím modulem nebo s požadavky na logické funkce, GSM ovládání, popř. vizualizaci, tj. při použití sekundární sběrnice. V případě využití úrovně Plus je nutné nastavit parametry prvků systému a systém nastavit programovým režimem, tj. počítačem připojeným ke komunikačnímu modulu s využitím programu Ego-n® Asistent 2.

2.2.3 Délka a topologie primární sběrnice

Při návrhu inteligentní elektroinstalace Ego-n je třeba brát v úvahu maximální povolenou délku jedné primární sběrnice, která je maximálně 700 m. Ego-n používá výhradně lineární topologii sběrnice s odbočkami max. 30 m (všechny prvky sběrnice jsou propojeny mezi sebou paralelně). Lineární topologie zaručuje přehlednou instalaci a jednoduché připojování prvků sběrnice.

2.2.4 Délka sekundární sběrnice

Délka sekundární sběrnice je max. 2000 m a počet připojených prvků je omezen součtem proudů I_s – parametr v technických datech, který nesmí překročit jmenovitý výstupní proud komunikačního modulu, který napájí sekundární sběrnici.

U sekundární sběrnice je po kompletním zapojení všech modulů nutné aktivovat vždy u prvního a posledního modulu zakončovací odpory.

2.3 iNELS a sběrnice CIB



Obr. 2.2: Loga společnosti Elko EP a produktové řady iNELS [6]

Moderní generace systému inteligentní elektroinstalace iNELS vznikla za vývojové a výrobní spolupráce firem Teco, a. s., a Elko EP, s. r. o.. Inovace je založena na technologiích firmy Teco, přičemž se opírá o výkonnou centrální jednotku na bázi PLC a novou dvoudrátovou sběrnici CIB (Common Installation Bus), sdružující rychlou komunikaci a napájení senzorů a akčních členů rozprostřených v budovách, domech a místnostech. [7]

iNELS je navržen tak, aby dokázal uspokojit malé elektroinstalace, ale řešil i ovládání rozsáhlých celků vyžadujících automatizaci a komplexnost. iNELS je tedy možné využít jak pro rodinné domy, byty, administrativní, prodejní prostory, tak i pro rozsáhlé budovy, či komplexy budov a průmyslovou sféru.

V následujících kapitolách 2.3.1- 2.3.3 budou stručně popsány vlastnosti sběrnice CIB a vlastnosti centrálních jednotek Foxtrot a CU2. Zmíněny jsou i dva softwarové nástroje: IDM pro snadné parametrizování a Mosaic pro volné programování požadované funkce.

2.3.1 Sběrnice CIB

Sběrnice CIB se vyznačuje snadnou instalací. Práce elektroinstalatéra při propojování jednotek akčních členů a senzorů je omezena na zavedení dvou vodičového kabelu, pouze s nutností dodržet polaritu vodičů. Z hlediska topologie si sběrnice poradí s libovolným větvením, jen zapojení do kruhu je nutné vyloučit. Současně se minimalizuje počet vodičů nutných pro napájení, protože napájecí napětí a data jsou vedena společně po dvou vodičích. Tím odpadá starost s řešením samostatného vedení napětí pro napájení jednotek na sběrnici CIB.

Sběrnice CIB má velký dosah a je snadno rozšiřitelná. Systém založený na sběrnici CIB je modulární a konfigurovatelný. Komunikace probíhá v modelu master - slave. Na jednu větev může být připojeno až 32 jednotek, a je-li třeba více větví, než má příslušná centrální jednotka rozhraní CIB, lze systém rozšiřovat pomocí externích modulů master obsahujících dvě větve CIB. To umožňuje nejen rozšířit počet připojených akčních členů a senzorů, ale i významně zvětšit rozlehlost systému, protože modul master lze umístit až do vzdálenosti 300 m od řídicí jednotky při připojení metalickým kabelem nebo až 1,7 km při připojení optickým kabelem, a to bez snížení rychlosti odezvy.

Komunikační systém je odolný proti výpadkům a poruchám napájení. Ačkoliv má sběrnice nominální napájecí napětí 24 V DC, doporučuje se použít napětí 27 V DC. Díky tomu je možné trvalé dobíjení připojených akumulátorů $2 \cdot 12$ V, které při výpadku sítě zajišťují trvalý chod centrální jednotky včetně všech jednotek na sběrnici CIB. Samozřejmě nebudou fungovat spotřebiče napájené ze sítě 230 V, ale systém je i nadále schopen vykonávat zabezpečovací a komunikační funkce.

Odezva systému je do 150 ms i při plném zatížení, tj. osazení maximálního počtu jednotek na všech připojených větvích sběrnice CIB. Tato hodnota je hluboko pod 300 ms, tedy pod hodnotou, kterou člověk ještě vnímá jako okamžitou reakci. Pro regulaci tepelných procesů je tato rychlost zbytečná, ale umožňuje systém bez problému využít i v osvětlovacích soustavách. Garantované rychlosti odezvy sběrnice je dosaženo přenosovou rychlostí $19,2 \text{ kb} \cdot \text{s}^{-1}$ a optimalizovaným přenosovým protokolem.

Pro to, aby byly minimalizovány činnosti spojené se správnou adresací jednotek, má každá jednotka svoji vlastní unikátní šestnáctibitovou adresu, vyjádřenou jako čtyři hexadecimální číslice uvedené na krytu každé jednotky. Zároveň je tuto adresu možné přechít v centrální jednotce elektronicky. Programátor automaticky načte elektronické adresy všech připojených jednotek a vygeneruje z nich tabulku, kterou vyplní elektromontér při jediné obchůzce již nainstalovaných jednotek. Programátor se pak již odkazuje na jednotky pouze pod jejich názvy dle projektu.

Systém je odolný proti výpadku nebo odpojení jedné i více jednotek. Zároveň má všechny větve sběrnice pod neustálou kontrolou, takže je informován o tom, že některá jednotka přestala komunikovat. S touto informací může dále nakládat – vyhlásit alarm a podobně.

Jednotky v síti CIB nabízejí možnost aktualizace svého firmwaru. To, že tato aktualizace je po určité době nevyhnutelná, v současnosti dobře vědí nejen odborníci, ale i laici používající elektronické fotoaparáty, mobilní telefony apod. Sběrnice CIB je vybavena komunikační funkcí, která aktualizaci umožňuje, a tak pro ni není třeba jednotku demontovat, stačí pouze v parametrizačním programu IDM stisknout příslušné tlačítko.

2.3.2 Centrální jednotka

Na většinu automatizačních projektů je v současné době kladen požadavek centralizovaného dohledu, vizualizace, dálkového dohledu, správy a případně i dálkového ovládání. Běžně jsou také vyžadovány funkce jako dohled a ovládání prostřednictvím SMS nebo internetu.

Uvedeným požadavkům přesně vyhovuje zvolená koncepce, kdy má centrální jednotka bez další dodatečné komunikace se senzory a akčními členy absolutní přehled o veškerých událostech v sítích CIB.

Centrální jednotka je tedy základním prvkem inteligentní elektroinstalace iNELS a prostředníkem mezi uživatelským programovým prostředím a ostatními senzory a aktory připojenými na sběrnici. Řídí všechny komponenty systému a tvoří dohled nad celým systémem. Centrální jednotka je umístěna v rozvaděči a může být propojena s počítačem nebo ovládaná vzdáleně pomocí internetu nebo GSM brány (SMS zpráv), a tak může oboustranně předávat data pro vizualizaci.

V současné době existují dva typy centrálních jednotek pro instalační jednotky iNELS s dvouvodičovou sběrnici CIB:

- CU2-01M – parametrizovatelná pomocí programu IDM, určená do rozsahu 192 jednotek na sběrnici CIB,
- Tecomat Foxtrot (CP - 10xx) – volně programovatelný modulární PLC ze skupiny Tecomat, který se programuje v prostředí Mosaic, kompatibilním s normou IEC 61131-3, a umožňuje připojit až 288 jednotek na sběrnici CIB a až deset rychlých (<5 ms) komfortních I/O jednotek PLC.

První z nich, CU2-01M s programem IDM je určena pro „neprogramátory“, kteří pomocí srozumitelných dialogů a výběrem z předem připravených možností „naparametrizují“ i poměrně rozsáhlou úlohu s běžnými funkcemi osvětlení, vytápění, alarmů, ovládání pomocí SMS a vizualizace na internetu. Na základním modulu jsou integrovány jednotky master pro dvě větve sběrnice CIB, tedy dohromady pro 64 jednotek. Pro připojení většího počtu jednotek je možné systém rozšířit externími moduly master o další čtyři větve CIB. Základní modul se připojuje k počítači nebo do sítě LAN přes Ethernetový port 100 Mb·s⁻¹. Ten je nejen určen pro parametrizaci, ale jeho prostřednictvím jsou přístupná také vnitřní data pro pohodlnou vizualizaci na PC, např. v programu Reliance 4. Tímto kanálem lze také do systému nahlížet přes internet s využitím standardního webového prohlížeče. Pro případy, kdy je požadována komunikace s mobilními telefony zprávami SMS, má základní modul sériový kanál, kterým se spojí s komunikátorem v externím modulu GSM2-01. Do modulu může být osazena karta SIM libovolného operátora. Základní modul má na sobě také čtyři diskrétní vstupy pro libovolné použití.

Programátorům uvyklým na terminologii a standardy z oblasti PLC je určena centrální jednotka Tecomat Foxtrot. V současné době jsou nabízeny dva typy základních modulů, CP-1004 a CP-1005, a připravovány jsou další dva, CP-1014 a CP-1015, vybavené navíc čtyřřádkovým displejem a šesti tlačítky. Každý základní modul této řady má vestavěný jeden master CIB a dovoluje přímo připojit 32 jednotek. Centrální jednotka umožňuje rozšíření o dalších osm větví CIB. Jednotky jsou volně programovatelné v prostředí Mosaic. K dispozici jsou v současné době čtyři programovací jazyky, dva grafické – LD (kontaktní schéma) a FBD (funkční bloky), a dva textové – ST (strukturovaný text) a IL (seznam instrukcí).

Pro konfiguraci sítě jednotek iNELS na všech větvích CIB se používá správce zařízení shodný s tím, který je i v programu IDM. Výsledkem je přiřazení všech vstupů a výstupů mezi ostatní periferie PLC je chování se celá instalace jako jeden programovatelný automat s důsledně distribuovanými vstupy a výstupy optimalizovanými pro instalace v budovách.

Příjemným důsledkem zmíněné skutečnosti je okamžitá dostupnost všech komunikačních a systémových možností ze světa PLC:

- přímo prostřednictvím OPC serveru je možné připojit komfortní vizualizační software, jako je např. Reliance 4, nebo využít vestavěný webový server v systému Foxtrot a vytvořit si vlastní stránky v integrovaném programu Web Maker,
- pomocí dvou volně programovatelných sériových kanálů lze připojovat další specifická zařízení, a integrovat tak v budovách zařízení dalších dodavatelů (např. měřiče tepla, výtahy, certifikované systémy EZS, EPS atd.),
- je možné připojit systém do sítí založených na jiných standardech, např. LON, KNX, Profibus-DP, BACnet apod.,
- lze využít možnost vytvořit síť několika centrálních jednotek Foxtrot a předávat data mezi nimi – jak prostřednictvím Ethernetu, tak pomocí sběrnice RS-485,
- je možné využít velké množství různých rychlých standardních periférií PLC s diskrétními, analogovými a čítačovými vstupy a výstupy a připojit lokální alfanumerické a grafické displeje.

Firma Teco je dodavatelem centrálních jednotek Foxtrot a CU2-01M spolu s jednotkami iNELS inovovanými na sběrnici CIB. Programátorům PLC tak přináší přímý přístup do světa elektroinstalace. Naopak světu elektroinstalací poskytuje nový silný nástroj pro uživatelské řešení libovolné automatizační a komunikační funkce.

2.3.3 iNELS multimedia

Pro ještě větší komfort a pohodlí byl standardní systém iNELS rozšířen o multimediální nástavbu - iNELS Multimedia (iMM) umožňující ovládat celý dům přes obrazovku televize nebo iNELS Touch panel. Z pohodlí zvoleného místa v domě je tedy možné mít celou domácnost jako na dlani. Nabízí elegantní a jednoduché ovládání vytápění, klimatizace, osvětlení, rolet, zabezpečení domu i spotřebičů zapojených do systému.

Multimediální rozšíření iNELS obsahuje také filmový, hudební a televizní archiv, který zprostředkovává zábavu a díky elegantní, moderně zpracované vizualizaci také pohodlnou správu všech technologických součástí domu.

3 Sběrníkový systém KNX

KNX je jednotný systém pro komplexní řízení inteligentních budov a domácností, jenž je plně v souladu s Evropskou normou EN50090 (European Standard for Home and Building Systems) a s normou ISO/IEC 14543. Používá se nejen pro ovládání zastíňovacích prvků (rolety, žaluzie, markýzy), ale i pro ovládání osvětlení (stmívaná a spínaná světla), topení v domě a pro kontrolu další techniky v budově. Sdružuje do jednoho, logicky uspořádaného systému, všechny technologické části v domě, jako je např. technologie bazénu, zavlažovací systém, saunu, chladicí jednotky, odvětrávání a mnoho dalších běžně používaných technických prvků zvyšujících komfort bydlení. [8]

Jednotné řešení založené na KNX standardu zajišťuje efektivní řízení domů a budov za pomoci produktů, které nabízí mnoho výrobců, neboť všechny KNX produkty, bez ohledu na výrobce, jsou certifikovány asociací KONNEX, která garantuje jejich vzájemnou kompatibilitu. KNX je celosvětovým standardem, který používá více než 100 výrobců po celém světě.



Obr. 3.1: Schéma KNX řešení [9]

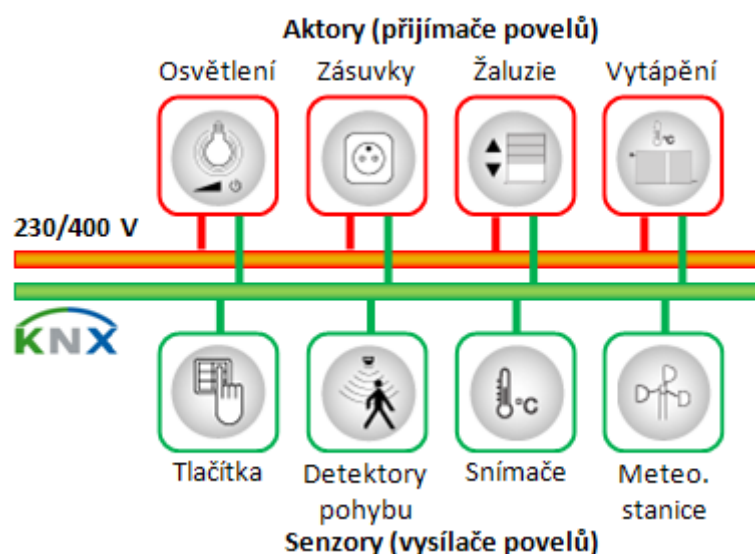
3.1 Princip činnosti systému KNX

Základním principem systémové elektrické instalace KNX je komunikace mezi snímači (senzory) na jedné straně, a akčními členy (aktory) na straně druhé. Jedná se o decentralizovaný sběrniceový systém.

- SENZOR - je prvek, který poskytuje vstupní informace do systému. Nejčastěji používaný senzor je teplotní čidlo, tlačítko, binární jednotka (magnetický nebo jiný bezpotenciálový kontakt), termoregulátor, pohybové čidlo atd.
- AKTOR - je prvek, jenž provádí akci nebo přesněji řečeno vykonává určitý povel. Mohou to být řídicí jednotky pro ovládání motorů protisluneční ochrany a ventilačních oken, spínací či stmívací aktory (pro řízení osvětlení) nebo analogové výstupní jednotky (např. s napětíovým unifikovaným signálem 0-10 V) pro ovládání servopohonů.

Komunikace probíhá nezávisle na silovém propojení jednotlivých přístrojů. Tato komunikace je zajišťována provozem po sběrnici vytvořené předepsaným sdělovacím kabelem, po silovém vedení nebo prostřednictvím bezdrátového spojení. Nejrozšířenější a současně nejspolehlivější je komunikace po samostatném sdělovacím vedení – po sběrnici KNX, proto se v této práci zabývám převážně právě touto variantou systémové instalace.

Zjednodušeně si takovou instalaci můžeme představit podle následujícího blokového schématu.



Obr. 3.2: Schéma sběrnice KNX

Jak je z předcházejícího schématu vidět, některé prvky jsou připojeny pouze ke sběrnici, jiné ke sběrnici i k silovému obvodu. Znamená to, že určité prvky, především snímače, ale i mnohé systémové a logické prvky nevyžadují silové napájení a k provozu jim postačuje napájení malým napětím po sběrnici. Ke dvoužilové instalační sběrnici jsou snímače i akční členy připojeny bez ohledu na pořadí či příslušnost k určitým silovým obvodům.

3.2 Sběrnice KNX

Pro přenos informací mezi jednotlivými prvky systémové elektrické instalace a současně pro napájení vstupních elektronických částí (sběrnicevých spojek), případně i všech následujících elektronických obvodů některých přístrojů, např. snímačů, slouží sběrnice tvořená sdělovacím kabelem. Z požadavků na ochranu před možností indukování rušivých signálů na vedení sběrnice vyplývá nutnost použití stíněného kabelu. Pro napájení i pro přenos informací slouží jediný pár vodičů. Pro jednoznačné rozlišení vodičů bylo stanoveno základní barevné značení obou žil tohoto páru. Červeným pláštěm je opatřen vodič připojený ke kladnému pólu napájecího zdroje, černou barvou je označena izolace vodiče připojeného k zápornému pólu.

Přesto, že pro komunikaci i napájení postačuje pouze jeden pár vodičů, je předepsáno používání kabelu se dvěma kroucenými páry vodičů. Druhý pár (jeden vodič s bílou, druhý se žlutou izolací) je určen jako rezerva pro případ poškození některého z hlavních vodičů sběrnice. Tento druhý pár může být využit i jako připojovací vedení pro některý z pomocných prvků, který má být připojen např. ke vstupním svorkám některého z binárních vstupů. U některých nových přístrojů KNX/EIB s vyšší spotřebou (např. snímače s dotykovými displeji) je potřebné zajistit jejich přídatné napájení z pomocného zdroje malého napětí. Právě pro tento účel je možné použití tohoto druhého páru vodičů sběrnice.

Přidáním pomocného zdroje ale v žádném případě nesmí dojít ke snížení parametrů soustavy bezpečného malého napětí SELV, jejímž požadavkům musí vyhovovat napájecí zdroj i všechny přístroje připojené ke sběrnici i ke druhému páru vodičů. Příslušnost k soustavě SELV vymezuje také požadavek na velikost zkušebního napětí (4 kV) vnějšího pláště kabelu sběrnice. To dovoluje klást sběrnicevý kabel v souběhu se silovými vedeními nn, bez omezení délky souběhu.

Pro odlišení od ostatních sdělovacích kabelů je vhodné používat kabely s vnějším pláštěm v zelené barvě. Průměry měděných jader vodičů sběrnicevého kabelu byly stanoveny na 0,8 mm. Vyhovujícím kabelem je především YCYM 2x2x0,8 (viz obr. 3.3), ale lze použít také JY(St)Y 2x2x0,8.



Obr. 3.3: Certifikovaný sběrnicevý kabel pro KNX/EIB

Z jednoho napájecího zdroje je možné napájet nejvýše 64 prvků, přičemž při výpočtech byl uvažován odběr každého z nich ve výši 10 mA. Jmenovité napětí naprázdno napájecího zdroje pro KNX/EIB sběrnici je 29 V, přičemž pro spolehlivou činnost nejvzdálenější sběrnicevých spojek na jejich vstupních svorkách musí být napětí alespoň 21 V.

Předepsaný sběrnicevý kabel o délce 1000 m má činný odpor přibližně 72 Ω a parazitní kapacitu asi 0,12 μF (měřeno při kmitočtu 800 Hz). Pro přijatelnou úroveň zkreslení přenášených signálů lze připustit celkovou délku vedení na jedné linii (pro 64 účastníků) nejvýše 1000 m. [10]

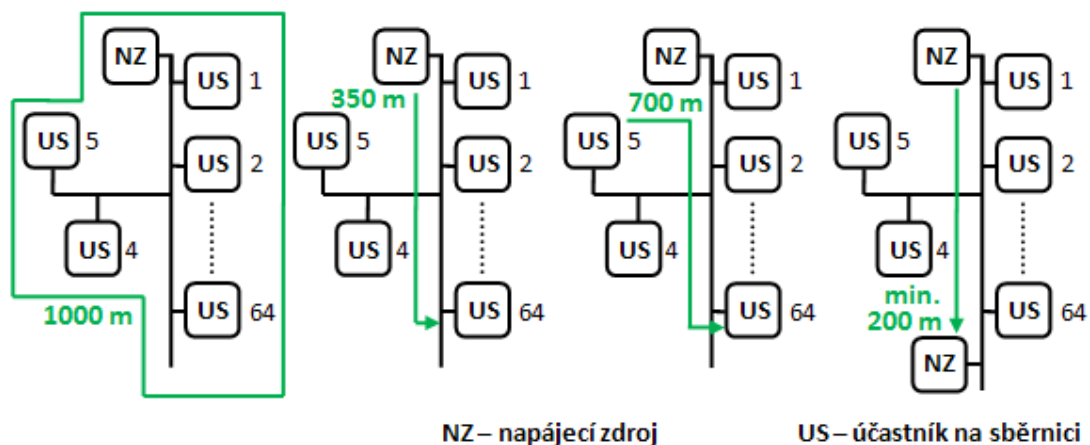
Pokud linie sestává z několika samostatně napájených větví (až pro 256 účastníků), omezení této délky platí samostatně pro každou z těchto větví (segmentů). Zpoždění signálu τ na celé uvedené délce jedné větve linie bude:

Při splnění uvedených požadavků nesmí být vzdálenost dvou vzájemně komunikujících přístrojů na téže lince větší než 700 m. Důvodem je zabránění přenosového zpoždění, které by prodlužovalo přenos jednoho bitu na dobu delší než 104 μ s.

Vezmeme-li v úvahu možné odběry jednotlivých sběrnicevých spojek a úbytky napětí na činném odporu sběrnice, smí být největší vzdálenost sběrnicevých spojek od napájecího zdroje nanejvýš 350 m. Tímto zajistíme maximální pokles napětí na 21 V, při němž je plně zajištěn spolehlivý provoz všech elektronických obvodů napájených po sběrnici KNX.

Pokud bude zapotřebí použít na jedné větvi linie dva napájecí zdroje, je nutné zabránit tomu, aby se na tlumivkách napájecích zdrojů naindukovaly napěťové špičky o příliš vysokých hodnotách při přenosech telegramů. Tomuto zabrání délka vedení sběrnice právě mezi těmito zdroji, která musí být min. 200 m. Tato vzdálenost také minimalizuje vyrovnávací proudy. [11]

Grafické znázornění důležitých vzdáleností mezi přístroji je na obr. 3.4.

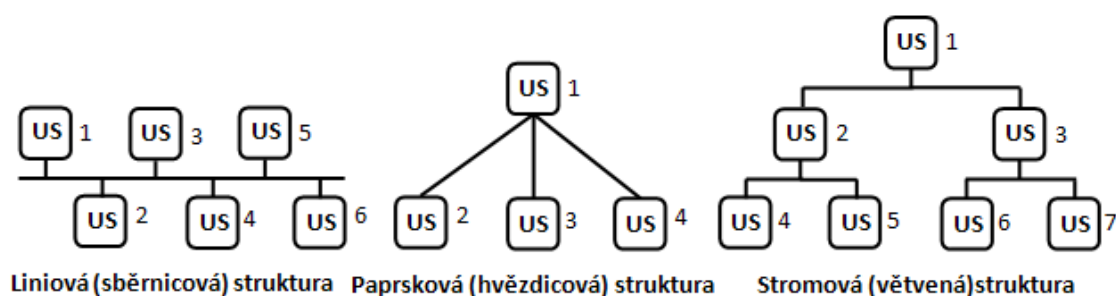


Obr. 3.4: Znázornění maximálních vzdáleností přístrojů na sběrnici KNX

Samostatně napájená větev (segment) linie smí obsahovat nejvýše 64 přístrojů. Tímto počtem jsou míněny pouze ty přístroje, které obsahují sběrnicevých spojek, tedy přístroje programovatelné. Do tohoto počtu se nezahrnují veškeré pomocné přístroje, jako sběrnicevých svorkovnice, svodiče přepětí, tlumivky a napájecí zdroje. V elektronickém projektu snadno rozlišíme programovatelné přístroje od pomocných. Ty totiž nejsou opatřeny plnohodnotnou individuální adresou. Udává se u nich pouze příslušnost k oblasti a k lince, nezapočítávají se tedy do přístrojů na sběrnici. Namísto individuální adresy ponesou všechny pomocné přístroje na téže lince shodné označení. Napájecí zdroj a svodič přepětí náležející např. 2. lince ve 3. oblasti ponesou shodnou adresu: 3.2.-. U těchto přístrojů je tedy uvedena pouze příslušnost k určité lince, v tomto příkladě k lince 3.2.

3.3 Topologie vedení

Při propojování přístrojů v systémové instalaci KNX je možné vést kabel sběrnice libovolně, bez ohledu na příslušnost použitých prvků k jednotlivým funkcím – vždy co nejkratším směrem. Sběrnice se může podle potřeby větvit. Je tedy možná liniová, paprsková nebo stromová struktura obvodu (obr. 3.5). Ve skutečných instalacích není použit pouze jediný vzor struktury, ale sběrnice je vždy zapojována podle prostorového rozmístění jednotlivých přístrojů. Proto téměř vždy bývá neoptimálnější variantou kombinace těchto tří možností. Zakázanou strukturou je kruhové uspořádání. Na sběrnici se tedy nikde nesmí uzavřít smyčka.

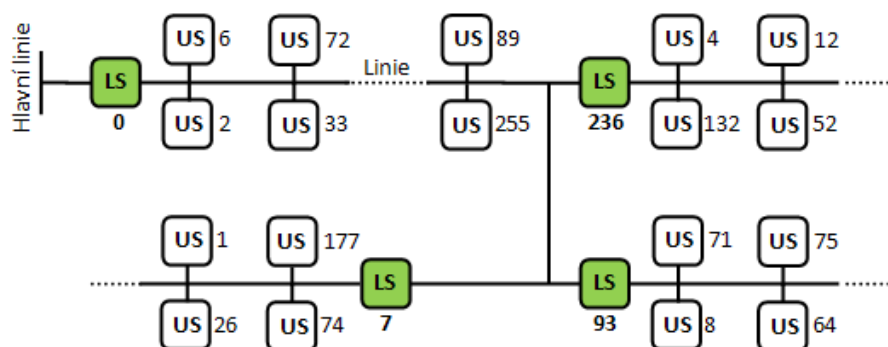


Obr. 3.5: Příklady možných uspořádání zapojení sběrnice

S ohledem na omezené počty prvků, které mohou být napájeny z jednoho společného napájecího zdroje, je potřebné sběrnici rozdělit na samostatně napájené úseky obsahující vždy nejvýše 64 přístrojů (tedy 64 připojení ke sběrnici). Celková délka sběrnice v každém z těchto samostatně napájených úseků smí být nejvýše 1000 m, avšak největší vzdálenost mezi dvěma přístroji na sběrnici je maximálně 700 m. Tyto dva údaje nejsou v rozporu, protože sběrnici lze větvit. Největší vzdálenost přístroje od napájecího zdroje je 350 m. Pokud je nezbytné použití dvou napájecích zdrojů na jednom úseku sběrnice bez vřazených liniových spojek, jejich minimální vzdálenost po sběrniceovém vedení je 200 m.

Pokud se použije více než 64 účastníků sběrnice (US) nebo pokud připadá v úvahu více částí budovy tak, že je nutné zřídit druhou linii, jsou tyto linie vždy navzájem spojovány liniovými spojkami. Liniové spojky se propojují do tzv. hlavní linie, která vyžaduje rovněž napájení z vlastního zdroje. Hlavní linie je z topologického hlediska uspořádána jako jiná linie, pouze s tím rozdílem, že hlavní linie obvykle neobsahuje snímače a akční členy, ale pouze liniové spojky. [11]

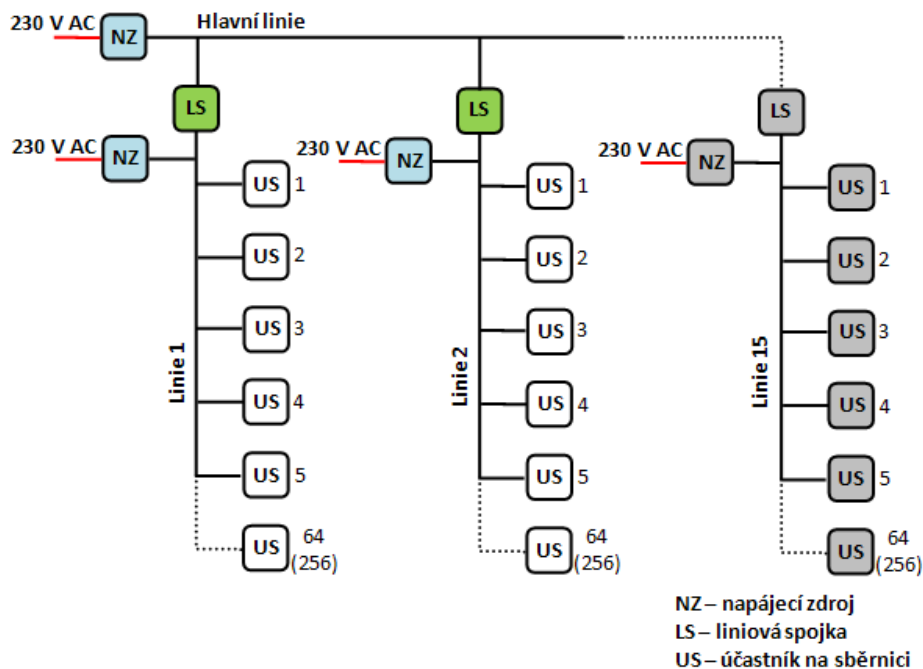
Jednotlivé linie jsou propojeny liniovými spojkami (LS), galvanicky oddělovacími jimi svázané větve a současně zabezpečujícími možnosti oboustranného přenosu telegramů (nepřenášejí ty telegramy, které jsou určeny pouze pro komunikaci uvnitř dané linie – liniová spojka má vloženu filtrační tabulku vymezující rozsah komunikace). Úplná linie ale může obsahovat až 256 přístrojů. Je však zcela nezbytné rozdělit ji na 4 samostatně napájené větve, vzájemně oddělené liniovými spojkami LS. Tyto liniové spojky zde mají funkci liniových opakovaců (zesilovačů), tedy přístrojů, které jsou hardwarově shodné s liniovými spojkami, avšak jsou vybaveny jiným aplikačním softwarem. Neobsahují totiž filtrační tabulku a obousměrně propouští všechny telegramy. Příklad takového rozložení sběrnice je na obr. 3.6.



Obr. 3.6: Příklad rozložení sběrnice

Jednotlivým přístrojům připojeným na sběrnici následně přiřazujeme v libovolném pořadí čísla od 1 do 255. Číslo 0 se vynechává, neboť je vyhrazeno pro liniovou spojku propojující danou linii s hlavní linií. Žádné z čísel nesmí být použito více než jedenkrát, přičemž všechna čísla nemusí být využita. Takto přidělená čísla jsou součástí tzv. fyzické (individuální, přístrojové) adresy přístroje připojeného ke sběrnici.

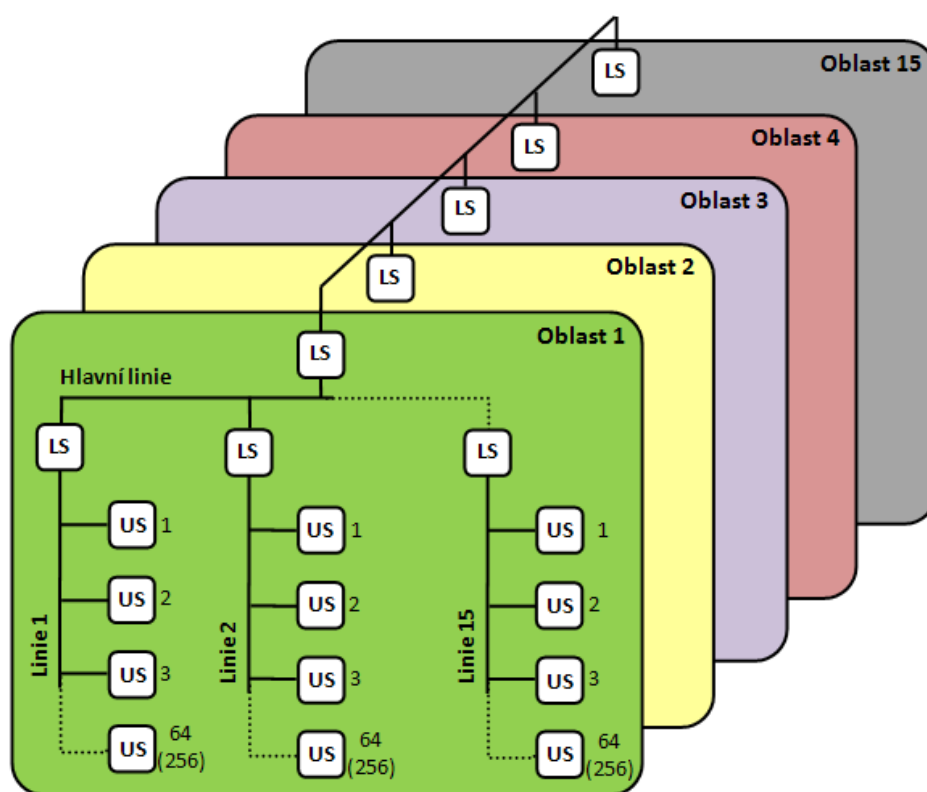
Fyzická adresa je odvozena od topologického uspořádání systémové instalace a je v systémové instalaci neopakovatelná. Způsob vytváření individuálních adres je popsán v kapitole 3.5.1. Aby bylo možné splnit všechny požadavky uživatelů na řízení funkcí budov nejen v malých, ale i ve velmi rozsáhlých objektech, bylo nutné vytvořit takové topologické uspořádání, které vyhoví všem požadavkům. Takže pro velmi malou instalaci vyhoví jediná (a navíc neúplná) linie o jediné větvi, pro větší stavbu bude zapotřebí propojit i několik linií do oblasti prostřednictvím hlavní linie (viz obr. 3.7).



Obr. 3.7: Schéma uspořádání rozvodu pro více linií

V rámci jedné oblasti (zóny) může být osazeno až $15 \cdot 64 = 960$ účastníků v základním (nerozšířeném) provedení sběrnice. [8]

Pokud nestačí maximální kapacita linie (64 účastníků) je možno obsadit liniový zesilovač, čímž se kapacita navýší na 256 účastníků. Plně osazená rozšířená oblast obsahuje 15 linií, to znamená $15 \text{ linií} \cdot 256 \text{ přístrojů} = \text{celkem až } 3840 \text{ přístrojů}$. Krom toho lze na hlavní linii umístit celkem až 64 přístrojů, přičemž se do tohoto počtu rovněž započítávají všechny připojené liniové spojky. K hlavní linii, stejně jako k ostatním liniím musí být připojen jí příslušný napájecí zdroj s tlumivkou. Hlavní linie ale nelze rozšiřovat o další samostatně napájené úseky (segmenty). To znamená, že nepřekročitelným počtem přístrojů na hlavních liniích je 64 připojených prvků. [12]



Obr. 3.8: Znázornění rozložení sběrnice KNX

Liniový zesilovač, oblastní a liniová spojka jsou totožná zařízení. Jejich funkce se mění místem osazení na sběrnici a tím také jejich jinou fyzickou adresou. Nejedná pouze o hardwarově shodné přístroje, ale také o přístroje vybavené shodným aplikačním softwarem.

Při plném využití oddělovačů linií a liniových zesilovačů lze v rámci jedné KNX sběrnice osadit až $256 \cdot 15 \cdot 15 = 57600$ účastníků. Pokud by nebylo použito liniových zesilovačů, pak je možno v základním plném provedení KNX sběrnice napojit $64 \cdot 15 \cdot 15 = 14400$ účastníků. Toto rozložení sběrnice je graficky znázorněno na obr. 3.8.

3.4 Komunikace

Parametrování přístrojů a nastavení komunikací mezi jednotlivými prvky sběrnice systému KNX se provádí pomocí softwaru ETS. V současné době je k dispozici verze ETS4. ETS4 je normalizovaným softwarem používaným pro instalaci aplikačních programů v KNX instalacích, který dodává asociace KNX.

3.4.1 Přístup ke sběrnici

Všechny prvky připojené ke sběrnici KNX mají teoreticky stejná práva přístupu ke komunikaci. Jejich sběrnice spojky jsou trvale na příjmu a jsou stále připraveny vysílat. Pokud je sběrnice volná, přístroj odešle telegram. Přenos telegramu probíhá rychlostí $9600 \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}$. Přenosová rychlost tedy není příliš vysoká, avšak rozdělením instalace do vyššího počtu oddělených částí může komunikace uvnitř jednotlivých linií probíhat současně. S ohledem na délky přenášených zpráv je průměrná doba přenosu jednoho telegramu přibližně 25ms. [13]

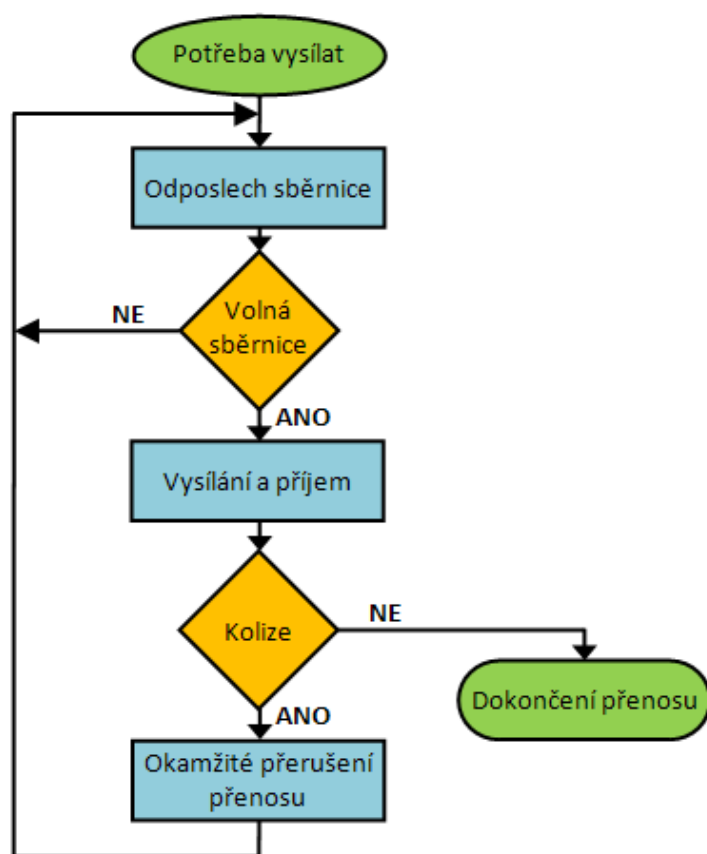
Jiná situace nastává v případě, kdy sběrnice není volná, nebo když je potřeba současně vysílat ze dvou nebo i více míst. Současné vysílání dvou nebo více telegramů je nepřípustné, proto je nutné stanovení určitých priorit. Při programování máme v softwaru ETS možnost každému typu příkazu, tedy každému komunikačnímu objektu, přiřadit jeden ze tří základních stupňů priorit:

- nízkou (low),
- vysokou (high),
- poplachovou (alarm).

Bez zásahu projektanta je každému komunikačnímu objektu určena základní, tedy nízká úroveň priority. Můžeme ji však změnit na některý ze dvou vyšších stupňů. V aplikačních programech přístrojů je výrobcem vždy předepsána jako výchozí hodnota právě nízká priorita. V převážné většině případů není v praxi změna tohoto základního nastavení priority nutná.

Jakmile je zahájen přenos informací o vyšší prioritě, okamžitě se přeruší přenos méně důležitých informací. Teprve po ukončení prioritního přenosu bude dokončen přenos ostatních informací. Stejně tak v případě, kdy sběrnice spojka žádá odeslat telegram nižší priority v době, ve které probíhá přenos informací s vyšší prioritou. V tomto případě je nutné vyčkat na ukončení tohoto přenosu a teprve poté lze zahájit odesílání telegramu nižší důležitosti. Tento způsob řízení provozu na sběrnici je typu CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance). Znamená to vícefunkční sledování provozu na sběrnici s vyhnutím se kolizím.

Grafické znázornění tohoto postupu pro přístup ke sběrnici při přenosu informací je zachyceno na obr. 3.9.



Obr. 3.9: Způsob řízení provozu na sběrnici typu CSMA/CA

Tímto způsobem přenosu je zajištěno, aby byl každý telegram odeslán, byť i s určitým malým zpožděním. Je také zajištěno, aby po odeslání každého telegramu následovalo potvrzení o jeho příjmu. Není-li však příjem potvrzen, následuje ještě trojnásobné odeslání téhož telegramu. Nebude-li ani poté příjem potvrzen, zaznamená se do provozní paměti vysílajícího přístroje chyba, a další odesílání téhož telegramu již neproběhne.

S ohledem na tento způsob komunikace se při hustém provozu na sběrnici stává, že reakce na vyslaný příkaz není okamžitá, ale právě se zpožděním až několika set milisekund. Stiskneme-li např. tlačítko naprogramované pro spínání svítidla, může k jeho fyzickému rozsvícení dojít se zpožděním, které lze lidskými smysly zaregistrovat. Neznamená to však závadu, ale fakt, že po sběrnici byly předávány telegramy vyšší důležitosti. Pokud by přesto uživatel požadoval zkrácení této reakční doby, nezbylo by nic jiného, než v programu změnit nastavení priorit.

3.5 Software ETS

Jak bylo zmíněno v kapitole 3.4, k parametrování přístrojů a nastavení komunikací mezi jednotlivými prvky sběrnice systému KNX se slouží software ETS. Bez tohoto nástroje není možné vzájemné vazby mezi prvky nastavit a vytvořit tak požadované funkce instalace.

Vytvoření programu v systému ETS vyžaduje několik kroků:

- vytvoření struktury objektu (volitelné) - budovy, podlaží a místnosti nebo rozvaděče jsou v projektu definovány stromovou strukturou,
- výběr přístrojů v projektu - potřebné přístroje jsou vkládány do místností nebo rozvaděčů a vymezují se jejich parametry. Přidělují se jim jedinečné „fyzické adresy“,
- stanovení funkcí v projektu - každá funkce je dána svým názvem, který slouží jako tzv. skupinová adresa,
- stanovení vzájemných vazeb - jednotlivé přístroje se vzájemně propojí prostřednictvím společných skupinových adres, které jsou srovnatelné s předlohou v kontrolním zapojení na projektové výkresové dokumentaci.

3.5.1 Konstrukce fyzické adresy

Konstrukci fyzické adresy si lze snadno představit při pohledu na kompletní topologické uspořádání systémové instalace KNX. Tato adresa sestává ze tří částí, vzájemně oddělených tečkami:

- první částí je pořadové číslo oblasti, tedy 0 až 15, 0 je ovšem vyhrazena pro páteřní linii,
- druhá část, rovněž číslo 0 až 15, odpovídá číslu linie v dané oblasti, přičemž 0 je zde přiřazována hlavní linii,
- třetí částí individuální adresy je pořadové číslo prvku připojeného k linii. To může být v rozmezí od 0 do 255.

Příklad individuální adresy:

- 1.1.5 znamená 5. přístroj na 1. linii v 1. oblasti,
- 15.15.255 znamená 255. přístroj na 15. linii v 15. oblasti
- 0.0.22 znamená 22. přístroj na páteřní linii.

Individuální adresa je tedy určena k jednoznačnému určení přístroje v systémové instalaci, zpravidla však nic neříká o účelu nebo funkci tohoto přístroje. Je důležitá při programování přístrojů a během diagnostických postupů, v běžném provozu však nemá žádný význam.

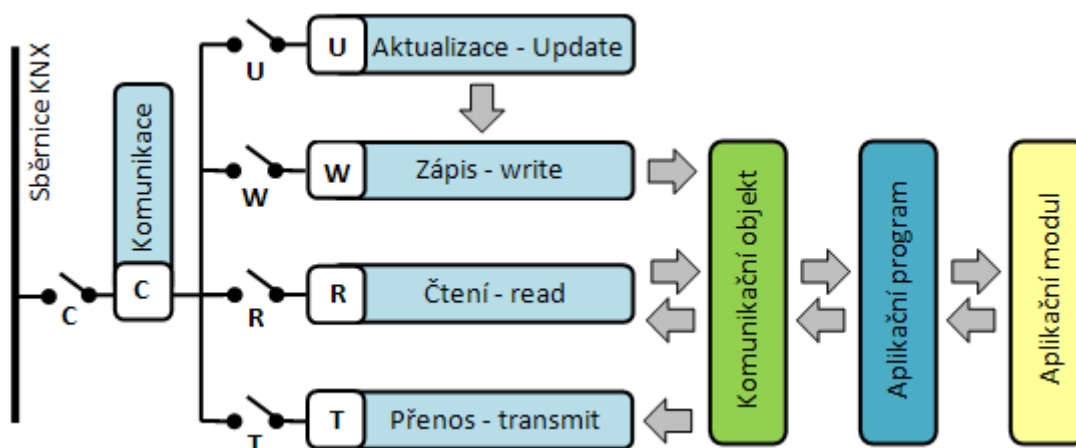
Pro adresnou komunikaci v běžném provozu je zapotřebí použití druhého typu „adresy“, který dokáže vzájemně přiřadit právě ty přístroje, které si mají vyměňovat potřebná data. K tomuto účelu slouží skupinové adresy.

3.5.2 Skupinové adresy

Skupinové adresy slouží také pro číslování jednotlivých funkcí. Skupinová adresa se v projektu musí vyskytovat alespoň dvakrát, jednou u snímače, podruhé u akčního členu. Snímač a akční člen jsou vzájemně funkčně propojeny touto společnou skupinovou adresou. Skupinovou adresu odesílá snímač, vyslechne ji akční člen a vykoná požadovanou spínací operaci. Toto dělení vlastně určuje, které zařízení bude komunikovat se kterým.

3.5.3 Vlajky (flags) komunikačních objektů

Každý komunikační objekt je vybaven tzv. vlajkami (flags), které umožňují nastavit způsob činnosti tohoto komunikačního objektu. Tyto vlajky si můžeme představit jako jednosměrné nebo obousměrné spínače v sérioparalelním uspořádání podle obr. 3.10.



Obr. 3.10: Vlajky komunikačních objektů

Z předchozího vyobrazení je vidět, že v cestě přenášené informace mezi sběrnicí a aplikačním modulem jsou vlajky komunikačního objektu a také aplikační program, jehož prostřednictvím jsou nastaveny parametry přístroje, které rovněž ovlivňují činnost aplikačního modulu.

3.5.4 Činnost zabezpečí určitá nastavení jednotlivých vlajek:

Komunikace (C) - Vlajka komunikace působí jako obousměrný spínač. Pokud je vlajka komunikace ve vypnutém stavu, nemůže probíhat výměna informací mezi aplikačním modulem a sběrnicí. V případě, že po sběrnicí bude doručen telegram s příkazem k vykonání např. spínací operace, určený tomuto komunikačnímu objektu, sběrnicová spojka telegram přijme, vyhodnotí, odešle zpětné hlášení o správném přijetí telegramu, ale příkaz nebude předán aplikačnímu modulu. Obdobně, pokud aplikační modul snímače vyšle informaci s potřebnými daty, sběrnicová spojka tuto informaci zaznamená, příslušný telegram však neodešle.

Je-li vlajka v zapnutém stavu a jsou-li další vlajky správně nastaveny, může komunikace probíhat správně.

Přenos (T) - Přenosová vlajka působí pouze jako jednosměrný spínač od aplikačního modulu ke sběrnici. Tuto vlajku musí mít vždy nastaveny snímače – minimální nastavení vlajek u komunikačních objektů snímačů je C + T.

Zápis (W) - Toto je typická vlajka pro komunikační objekty akčních členů. Jedná se opět o jednosměrný spínač, avšak s přenosem informace přenášené po sběrnici směrem k aplikačnímu modulu. Jejím prostřednictvím je zabezpečována činnost aplikačního modulu akčního členu. Minimálním nastavením vlajek komunikačního objektu akčního členu je C + W.

Čtení (R) - Tato obousměrná vlajka je určena pro zjišťování aktuálního stavu funkce spojené s komunikačním objektem a je velmi důležitá např. pro komunikaci s vizualizačními prostředky. Komunikační objekt po sběrnici obdrží dotaz na stav objektu. Dotaz i následná odpověď se přenáší prostřednictvím vlajky R.

Výrobci dodávají ke svým přístrojům aplikační programy, v nichž jsou vlajky komunikačních objektů přednastaveny pro předpokládané funkce. Jen výjimečně je potřebné změnit jejich nastavení, ve většině případů postačí ponechat je ve výchozím nastavení.

3.5.5 Zápis nastavení do komponent

K nahrání aplikačního programu do KNX instalace je nutné propojit počítač s touto instalací. Je možné zvolit kteroukoliv z následujících možností:

- sériové COM rozhraní,
- USB rozhraní (pro ETS 3 a následující),
- rozhraní LAN nebo LAN/ISDN (vzdálený přístup).

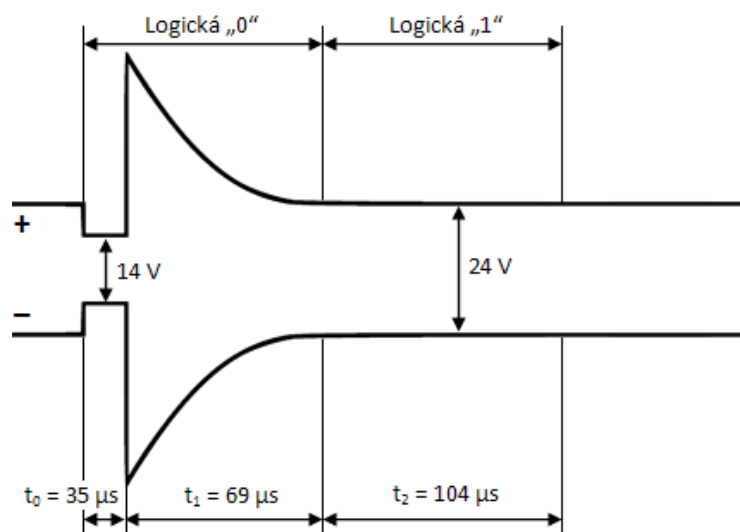
Jedno z těchto rozhraní se jedenkrát nastaví pro programování a v dalším kroku se odešlou fyzické adresy jednotlivým přístrojům. K tomu je nezbytné postupně jedenkrát stisknout programovací tlačítka na přístrojích připojených na sběrnici. Poté se těmto přístrojům odešlou tzv. aplikační programy. Tato operace proběhne po sběrnici, bez potřeby přístupu k těmto přístrojům. Přístup k jednotlivým přístrojům na sběrnici tedy potřebujeme jen v případě, kdy jim přidělujeme fyzické adresy. Každou další změnu v nastavení přístroje, diagnostiku komunikace a podobně následně provádíme pouze po sběrnici z místa, kde jsme připojeni pomocí příslušného rozhraní.

3.6 Přenos dat

Veškerý přenos dat mezi jednotlivými účastníky provozu na sběrnici probíhá formou telegramů, které musí obsahovat celou řadu údajů, jako jsou:

- prioritu telegramu,
- skupinovou adresu (kód příkazu),
- parametry příkazu (příkaz k zapnutí nebo vypnutí, k nastavení hodnoty apod.),
- individuální adresu odesílatele (je potřebná pouze pro zobrazení telegramu pro diagnostické účely – pro vlastní komunikaci nemá význam),
- přenosové pole (obsahuje počet liniových spojek, jimiž má telegram projít),
- kontrolní pole.

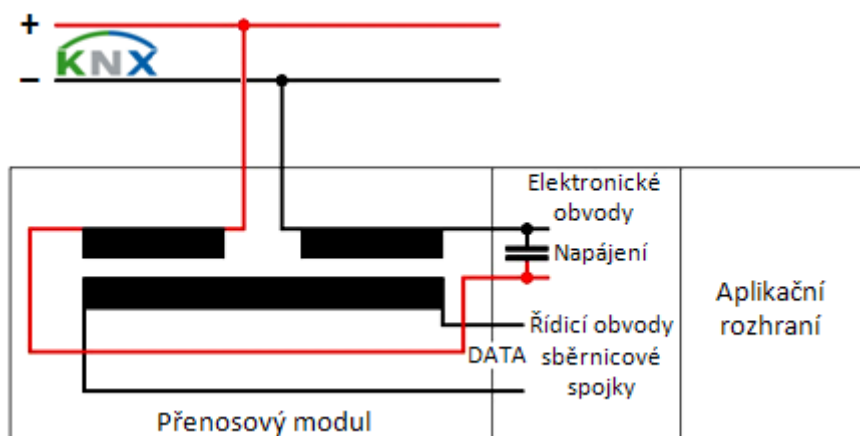
Komunikační data jsou přenášena po shodném páru vodičů, který je určen pro napájení sběrnicových spojek. Data jsou v digitalizované podobě, namodulovaná na napájecí napětí:



Obr. 3.11: Superponovaný napěťový puls

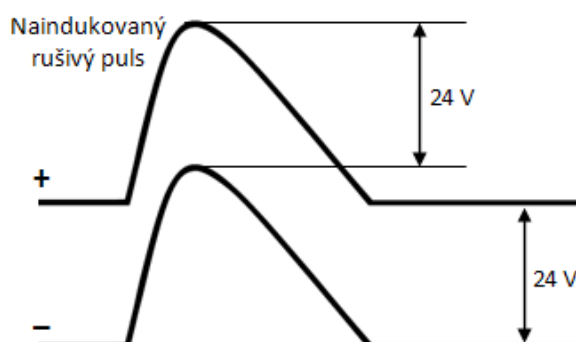
Napěťový puls superponovaný (navrstvený) na napájecím napětí představuje logickou „0“, zatímco logická „1“ je vyjádřena nulovým pulsem. Napěťový překmit na logické „0“ vzniká jako přechodový jev na tlumivce napájecího zdroje při ukončení pravoúhlého napěťového pulsu o délce $35 \mu s$. Tlumivka umožňuje datový přenos, zabezpečuje oddělení střídavých hodnot od filtračních kondenzátorů v napájecím zdroji a nepřipustí tedy odfiltrování těchto dat. Přitom kapacita filtračních kondenzátorů musí být postačující k tomu, aby v dostatečné toleranci udržely výstupní napětí i po dobu krátkodobých výpadků síťového napětí, ke kterým běžně dochází po úderu blesků do vedení vn a vvn při bouřkách (kdy automatické ochrany vypnou a opětovně zapnou). Kondenzátory proto zpravidla udrží napětí v postačující toleranci po dobu nejméně 200 ms.

Pro přenos jednoho bitu informace je vyhrazena doba $104 \mu s$.



Obr. 3.12: Sběrníková spojka

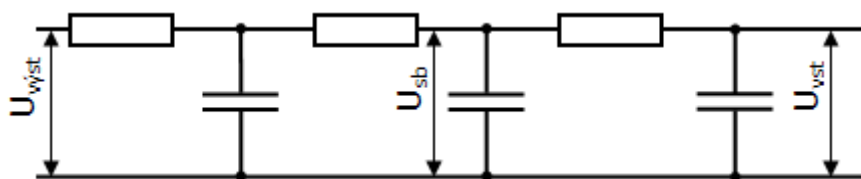
Při příjmu signálu se na sekundárním vinutí transformátoru v přenosovém modulu sběrníkové spojky sečtou signály z obou primárních vinutí, takže na řídicí obvody sběrníkové spojky jsou přiváděny příslušné pulsy binárního telegramu. Vyskytne-li se na sběrnici poruchový signál (např. elektromagnetickou indukci), na obou vodičích sběrnice může být jeho průběh např. jako na obr. 3.13.



Obr. 3.13: Příklad indukovaného rušivého signálu

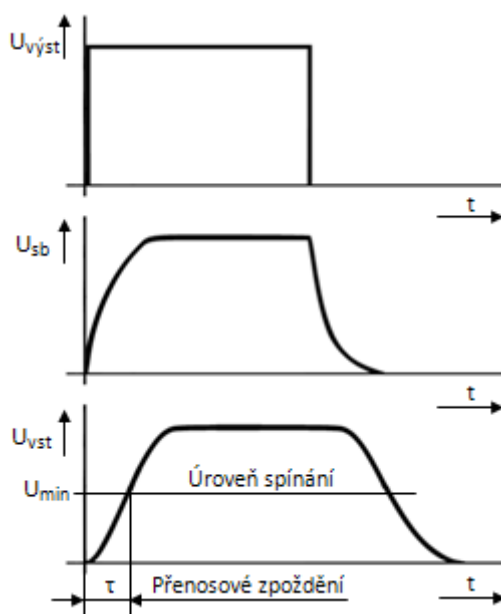
Pulsy na obou vodičích se v rozdílovém transformátoru odečtou – v ideálním případě bude výsledkem nulový puls. Rozdílový transformátor na vstupech sběrníkových spojek tedy výrazně zvyšuje odolnost systému proti poruchovým signálům.

Teoretický průběh přenášených signálů by měl být pravoúhlý, ovšem vlivem indukčnosti transformátorů sběrníkových spojek a tlumivky v napájecím zdroji a také parazitních impedancí především sběrníkového vedení dochází k deformaci průběhu pulsů a také k přenosovému zpoždění. Náhradní schéma sběrníkového vedení je na obr. 3.14.



Obr. 3.14: Náhradní schéma sběrnicevého vedení

Přenášené pulsy o vrcholové hodnotě napětí 5 V jsou superponovány na stejnosměrné napájecí napětí 24 V. Účastník, který vysílá telegram, generuje tedy pravoúhlé pulsy označené jako U_{vyst} . Během přenosu se vlivem parazitních impedancí vedení postupně deformují – viz průběh U_{sb} na obr. 3.15. Na vstupu sběrnicevé spojky, která přijímá telegram, může být průběh pulsů např. U_{vst} (viz obr. 3.15).



Obr. 3.15: Příklad deformace vysílaných pulzů

Řídící obvody sběrnicevé spojky však zaznamenají puls teprve při dosažení určité úrovně napětí, dané minimálním spínacím napětím U_{min} . S ohledem na deformaci signálu během přenosu tak nastane časový posun mezi náběžnou hranou výstupního napětí a okamžikem dosažení úrovně spínání vstupního napětí. Takto vzniká přenosové zpoždění τ .

Telegramy používané pro přenos informací po sběrnici KNX využívají sériového digitálního kódování. Přenosová rychlost je $9,6 \text{ kbit} \cdot \text{s}^{-1}$. Znamená to, že pro přenos jednoho bitu je potřebná doba $104 \text{ } \mu\text{s}$. V závislosti na obsahu přenášené informace se mění celková délka telegramu. Přenos jednoho telegramu může trvat od přibližně 20 ms až do cca 40 ms. Nejdelších telegramů se vysílá jen velmi malý počet, takže průměrně dlouhý telegram se přenáší po dobu kolem 25 ms. Za 1 s tak lze ukončit přenos cca 40 telegramů. Takováto komunikační rychlost není sice zdaleka postačující pro řízení technologických procesů v průmyslu a podobně, avšak

pro řízení funkcí v budovách plně vyhovuje. Jen výjimečně bývá akce požadovaná telegramem vykonána zpožděně, nejvýše o několik stovek ms.

S ohledem na topologické rozdělení systému do jednotlivých linií a oblastí, které jsou odděleny oblastními a liniovými spojkami nepropouštějícími telegramy do jiných linií, do nichž nejsou adresovány, může komunikace probíhat souběžně i v několika liniích. Také proto nedochází k výrazně velkým zpožděním při přenosu telegramů, i když mnohé z nich budou odeslány i čtyřikrát po sobě, neboť je komunikace zabezpečena již dříve zmíněným systémem CSMA/CA.

3.7 Telegramy – forma přenosu informací po sběrnici KNX

Veškeré informace, které si při řízení systémové instalace KNX vyměňují jednotlivé přístroje (jednotliví účastníci připojení ke sběrnici), jsou ve formě digitálních pulsů. Dosahují tedy pouze dvou stavů. Jednotkou přenosu je 1 bit, který může nabývat hodnoty logické „0“ nebo logické „1“.

Pro binární přenos informací se využívá hexadecimálního kódování, což značí 16 možných stavů pro přenášené číslo v binárním vyjádření, zatímco v dekadickém vyjádření můžeme jedním dekadickým místem vyjádřit 10 možných stavů.

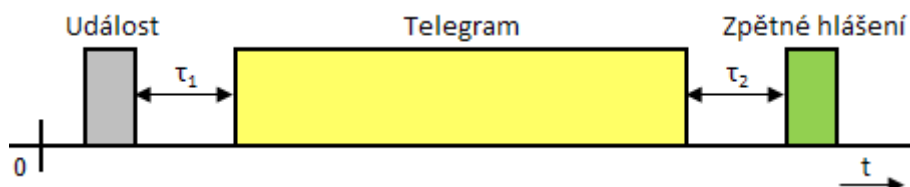
Pro různé funkce, nastavené či měřené hodnoty je nezbytné přenášet informace vyjadřující svou délkou a počtem stavů potřebný obsah.

Příkazu vyjadřujícímu spínání (poloha ZAP nebo VYP) postačí pro vyjádření rozměru dat jen 1 bit, tzn. dva provozní stavy, odpovídající logické „1“ pro stav ZAP a logické „0“ pro stav VYP. Jiný případ ovšem nastane, budeme-li chtít vyjádřit stavy od 0 do 100%, což může odpovídat například výšce žaluzií nebo úhlu jejich natočení, případně nastavení stmívače. Možné stavy se v tomto rozsahu vyjadřují 256 kroky, tedy celkem 256 stavy, pro jejichž binární vyjádření je zapotřebí 8 bitů (1 byte). Stavy různých fyzikálních veličin se tak mohou vyjadřovat různě dlouhými daty s různými počty stavů – viz tab. 3.1.

Tab. 3.1: Rozměr dat používaných v systému KNX [15]

Rozměr dat	Počet stavů	Název	Příklad použití v KNX
1 bit	2	Bit	spínání
2 bity	4		priorita
4 bity	16	Nibble, tetrad	stmívání
8 bitů	256	Byte	hodnota
16 bitů	65 536	Word	číslo s plovoucí čárkou
32 bitů	4 294 967 296	Double word	čítač

Dojde-li v systémové instalaci k události, kterou je potřebné oznámit jiným účastníkům na sběrnici, jako např. stiskneme ovládací prvek tlačítkového snímače pro sepnutí určitého svítidla, sběrnice spojí tohoto snímače odešle na sběrnici telegram s potřebným obsahem. Průběh celé komunikace je možné graficky vyjádřit podle následujícího obrázku.



Obr. 3.16: Časový průběh při vyvolání a odeslání telegramu

Ve vyobrazení vyznačená událost značí v našem příkladě právě stisk ovládacího tlačítka. Po uplynutí přenosového zpoždění τ_1 , tedy době, která je zapotřebí pro přenos 50 bitů, následuje odeslání telegramu s příkazem k sepnutí a případnými dalšími informacemi. Přenosové zpoždění τ_1 je doba potřebná pro prověření, je-li sběrnice volná. Toto zpoždění odpovídá době 5,2 ms a postačuje i pro případné přerušení přenosu telegramu s nižší prioritou. Adresát na sběrnici (v našem případě spínací akční člen) přijme zprávu a po časovém zpoždění τ_2 , které odpovídá době přenosu 13 bitů (1,352 ms), odešle zpětné hlášení s potvrzením správnosti přenosu. Pokud byl telegram určen více než jednomu účastníkovi na sběrnici, zpětné hlášení odesílají současně všichni účastníci, jimž byla zpráva adresována.

Telegramem, adresovaným na fyzickou adresu odesílatele, obsahujícím zpětné hlášení (obr. 3.16) příjemce potvrzuje správnost přenosu. Telegram je jednobytový a může být ve třech variantách podle následující tabulky.

Tab. 3.2: Skladba telegramu zpětného hlášení [15]

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Význam datových bitů
1	1	0	0	0	0	0	0	Účastník je zaneprázdněn
0	0	0	0	1	1	0	0	V přenosu byla chyba
1	1	0	0	1	1	0	0	Přenos byl v pořádku

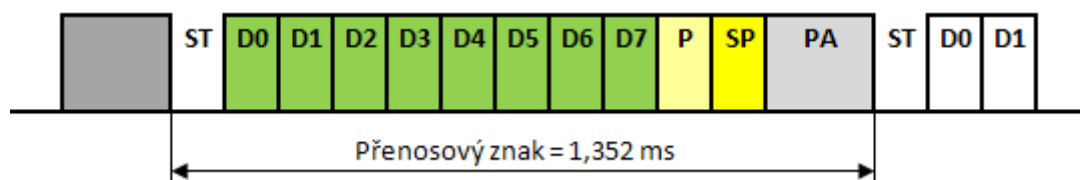
3.8 Stavba telegramu

Nastavení a průběh spojení mezi účastníky na sběrnici, přenos a ochrana dat se zakládají na referenčním modelu OSI (Open System Interconnection) podle mezinárodní normy ISO 7498.

Telegram sestává z jednotlivých přenosových znaků o významové délce 8 bitů, což by teoreticky odpovídalo přenosové době $8 \cdot 104 \mu s = 832 \mu s$. Ve skutečnosti je ale doba přenosu delší, neboť přenosový znak obsahuje navíc dalších 5 bitů. Je tedy přenášen po dobu odpovídající době přenosu 13 bitů ($13 \cdot 104 \mu s = 1,352 \text{ ms}$), jak je naznačeno na následujícím obrázku (obr. 3.17). Telegramy jsou asynchronním způsobem přenášeny po těchto přenosových znacích. Pro spuštění přenosu znaku je potřebný startovací bit ST a pro jeho ukončení

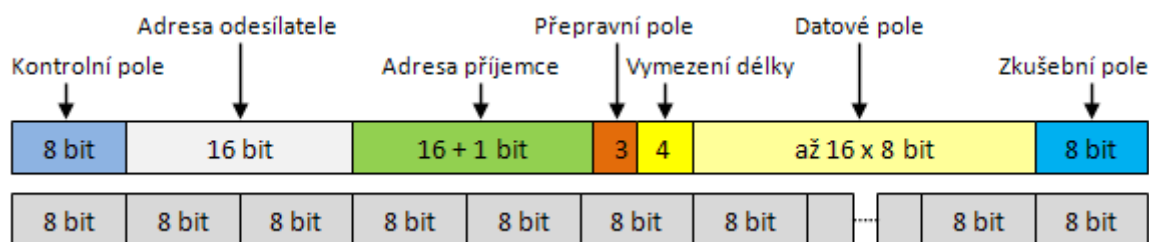
ukončovací neboli stop bit SP. Tyto dva bity jsou nezbytné pro synchronizaci přenosu a přístrojů přijímajících informaci.

Přenášená data jsou o velikosti 1 Byte = 8 bitů, na obr. 3.17 vyznačených jako D0 až D7. Za datovými bity následuje paritní bit P, dalším v pořadí je již zmíněný stop bit SP. Poté proběhne přestávka PA v trvání přenosu 2 bitů. Dále se již odesílá další startovací bit ST, jako úvodní část následujícího přenosového znaku. [14]



Obr. 3.17: Skladba přenosového znaku

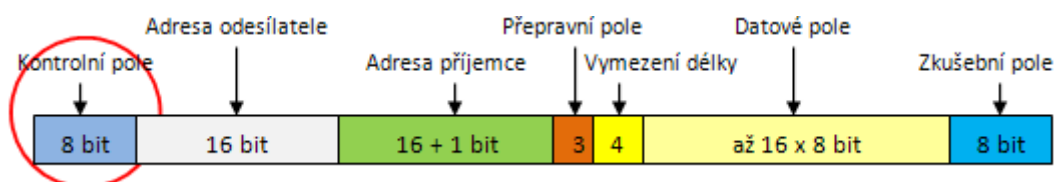
V takovýchto osmibitových přenosových znacích je odvíšlán celý telegram, jenž sestává z několika významových polí, znázorněných na obr. 3.18.



Obr. 3.18: Struktura telegramu s rozdělením na jednotlivá pole

3.8.1 Kontrolní pole

Úvodní částí telegramu je osmibitové kontrolní pole, v němž jednotlivé bity mají hodnoty podle tab. 3.3.



Obr. 3.19: Umístění kontrolního pole v telegramu

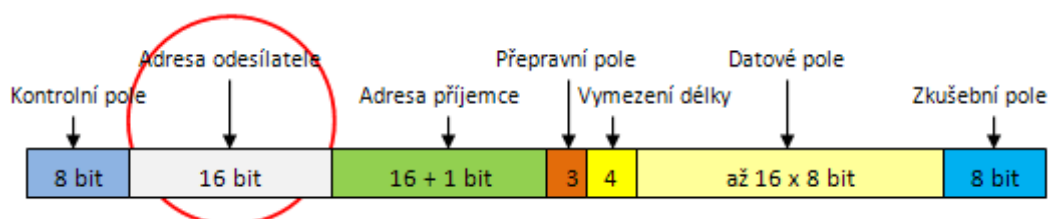
Tab. 3.3: Význam jednotlivých bitů v kontrolním poli [15]

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Čtecí pořadí datových bitů
1	0	R	1	P	P	0	0	Priorita přenosu
				0	0			Systémové funkce (vysoká priorita)
				1	0			Alarmové funkce (alarm)
				0	1			Vysoká provozní priorita (ruč. ovládání)
				1	1			Nízká provozní priorita (automaticky)
		0						Opakování přenosu

Stane-li se, že některý z přístrojů, kterému byl určen přenášený obsah telegramu, odešle zpětné hlášení o nesprávném přenosu, nastaví se v bitu D5 pro opakování přenosu „0“. Takto se zajistí, že přístroje, které již vykonaly odesílaný příkaz, nebudou znovu reagovat. Údaj o prioritě přenosu zabezpečí, aby se jiné přístroje na sběrnici současně nepokoušely o vysílání jiných telegramů.

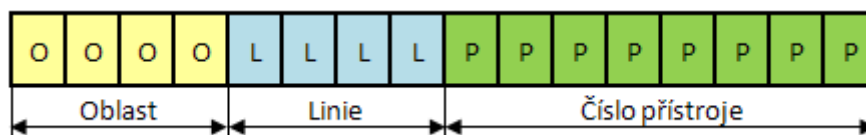
Jak již bylo popsáno výše, lze požadovanou prioritu nezávisle na systémových funkcích nastavit individuálně pro každý komunikační objekt. Toto nastavení se provádí v programovacím softwaru ETS (Engineering Tool Software). Pokud neurčíme jinak, je automatickým přiřazením v ETS nastavena nízká priorita přenosu.

3.8.2 Adresa odesílatele



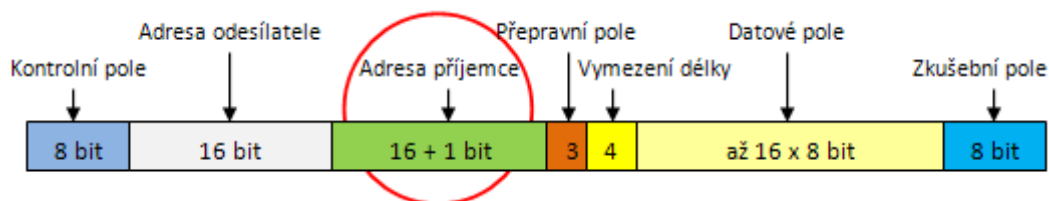
Obr. 3.20: Umístění adresy odesílatele v telegramu

16 bitové pole s adresou odesílatele (zdroje) obsahuje fyzickou adresu přístroje, který odesílá daný telegram. První 4 bity (D15 až D12) tohoto pole označují číslo oblasti, další 4 bity (D11 až D8) vyjadřují pořadové číslo linie v dané oblasti a zbývajících 8 bitů (D7 až D0) slouží k vyjádření pořadového čísla přístroje na dané línii.



Obr. 3.21: Obsah pole telegramu s adresou odesílatele (zdroje)

3.8.3 Adresa příjemce



Obr. 3.22: Umístění adresy příjemce v telegramu

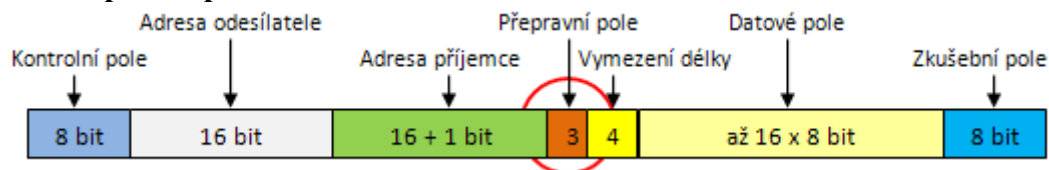
Další, 16 bitové pole s přídavným 17. bitem obsahuje adresu příjemce. Znamená to, že na přijatý telegram reagují pouze ty přístroje, jimž je odesílaná zpráva určena. V běžném provozu je adresou příjemce skupinová adresa. Touto adresou může být vybaveno i několik účastníků na sběrnici. Jedná-li se o systémové telegramy, odesílané během programování systémové instalace, adresou příjemce je fyzická adresa. V takovémto případě je telegram vždy určen pouze jedinému účastníkovi na sběrnici. Pokud je adresou příjemce skupinová adresa, první bit má hodnotu „0“ (tab. 3.4). V dalších bitech se zobrazí čísla hlavní skupiny a podskupiny (u dvouúrovňových adres) anebo hlavní skupiny, střední skupiny a podskupiny (v případě tříúrovňových adres). Přídavný 17. bit má hodnotu rovnou 0 v případě, že se jedná o fyzickou adresu (zobrazenou stejným způsobem, jaký je na obr. 3.21), nebo je rovna 1, pokud se jedná o skupinovou adresu.

Tab. 3.4: Význam jednotlivých bitů v poli s adresou příjemce [14]

Čtecí pořadí datových bitů	Skupinová adresa dvouúrovňová	Skupinová adresa tříúrovňová	Fyzická adresa
D15	0	0	O
D14	hlavní skupina	hlavní skupina	O
D13	hlavní skupina	hlavní skupina	O
D12	hlavní skupina	hlavní skupina	O
D11	hlavní skupina	hlavní skupina	L
D10	podskupina	střední skupina	L
D9	podskupina	střední skupina	L
D8	podskupina	střední skupina	L
D7	podskupina	střední skupina	P
D6	podskupina	podskupina	P
D5	podskupina	podskupina	P
D4	podskupina	podskupina	P
D3	podskupina	podskupina	P
D2	podskupina	podskupina	P
D1	podskupina	podskupina	P
D0	podskupina	podskupina	P
přídavný D17	1	1	0

Zmíněný přídavný bit je součástí přenosového znaku, který dále obsahuje tříbitové přeprování pole a čtyřbitové pole pro vymezení délky telegramu.

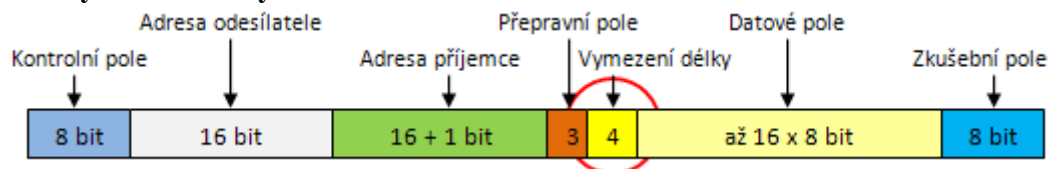
3.8.4 Přeprování pole



Obr. 3.23: Umístění přeprování pole v telegramu

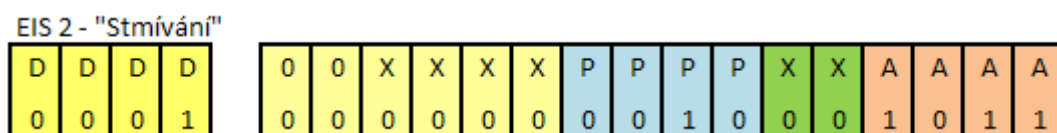
Přeprování pole udává, kolika liniovými spojkami má telegram procházet. Po každém průchodu liniovou spojkou se toto číslo zmenší o 1. Pokud je příjemce vyznačen fyzickou adresou, přeprování pole ztrácí svůj význam a telegram potom prochází bez omezení všemi liniovými spojkami, které jsou na přenosové trase mezi odesílatelem a příjemcem.

3.8.5 Vymezení délky



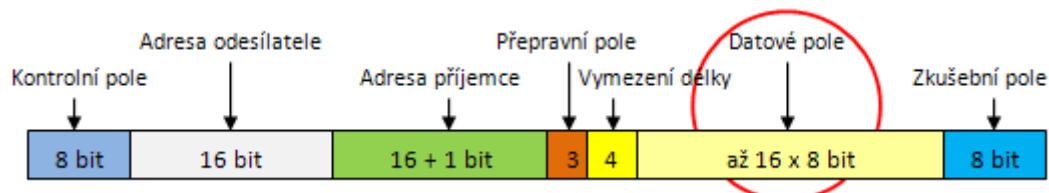
Obr. 3.24: Umístění pole pro vymezení délky v telegramu

Pole pro vymezení délky telegramu (4 bity) má hodnoty jednotlivých bitů závislé na typu příkazu (podle typu datového bodu DPT = date point type, dříve EIS = EIB Interworking Standard). Přitom mohou být údaje v poli pro vymezení délky telegramu D shodné pro různé typy příkazů – viz obr. 3.25.



Obr. 3.25: Tvar pole délky telegramu a datového pole pro některé typy DPT (EIS)

3.8.6 Datové pole



Obr. 3.26: Umístění datového pole v telegramu

První 2 bity v datovém poli (viz obr. 3.25) mají vždy hodnotu 0. Hodnota dalších 4 bitů, označených X, není určena (mohou to být opět hodnoty rovné 0). Následující 4 bity, uvedené s písmenem P, udávají kód příkazu. Některé příklady těchto kódů příkazů jsou v tab. 3.5. Následující bity, s proměnnou délkou (v závislosti na typu DPT), mají hodnoty podle obsahu přenášených dat. Má-li být například vykonán příkaz k sepnutí, jímž je jednobitový příkaz, příkazová část telegramu P musí mít význam „psát“ – tedy požadavek na vykonání příkazu. Je-li tento jednobitový spínací telegram v části A, označující typ objektu, vyjádřen logickou „1“, je telegram u příjemce (ve sběrníkové spojnici akčního členu) vyhodnocen jako příkaz k zapnutí. Při hodnotě tohoto bitu „0“ značí příkaz vypnutí.

Pokud příkazová část značí „číst“, adresát obdrží informaci o stavu sledované funkce.

Tab. 3.5: Příklady kódů příkazů P v datovém poli

Binární kód	Příkaz
0	Číst hodnotu
1	Odezva na hodnotu
10	Psát hodnotu
1010	Zápis do paměti

Jednotný způsob programování s využíváním typů DPT umožňuje zaměnitelnost podobných přístrojů různých výrobců. Při takovéto záměně je však pro nastavení pracovních podmínek a parametrů nutné vždy použít aplikační program toho výrobce, jehož výrobek byl použit.

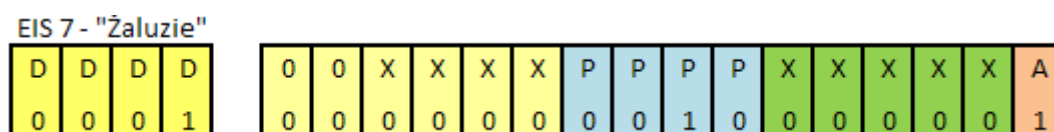
Jak funkce snímačů i akčních členů, tak formáty a struktury komunikačních objektů jsou obsaženy ve zmíněných společných kódovaných datech. DPT také navíc rozlišují další podružné funkce jednotlivých druhů komunikačních objektů. Konkrétní určení typu DPT se odvíjí od způsobu využití, pro které byl navržen. Neznačená to však, že by určitý typ DPT byl vyhrazen pouze pro jediný účel.

Například DPT typu 5.004, navržený pro stmívání, je možné použít i pro další účely a pro řízení jiných funkcí. Odesílanou hodnotu tedy lze vyhodnotit ne jen jako rozsvěcování/stmívání, ale také jako posuv žaluzií nahoru/dolů nebo tepleji/chladněji.

Dalším příkladem může být jednobitový DPT typu 1.001 „Spínání“ (dříve EIS 1), u něhož poslední bit A nabývá hodnotu 1 pro příkaz ZAP a 0 pro příkaz VYP, lze také použít pro logické funkce nebo pro zablokování a odblokování. Další funkce, nebo jejich rozšíření ke zřetelnému vyjasnění způsobu ovládání (inverze, časová zpoždění, a jiné speciální spínací funkce) nejsou součástí standardní funkce DPT, ale doplňují se podle konkrétní potřeby, na základě požadavků výrobců.

Binární hodnoty bitu A (viz obr. 3.27) u DPT 1.007 a 1008 pro řízení žaluzií (dříve EIS7) jsou stanoveny v tab. 3.6. Tyto typy DPT se používají při programování řízení provozu pohonů žaluzií, rolet, markýz, ale také pro pohony oken, dveří apod., tedy pro ty funkce, u nichž dochází ke změnám ve smyslu otáčení nebo přímočarého pohybu pohonných jednotek. Funkční

blok je vybaven dvěma datovými body DPT 1.007 "krok/stop" a 1.008 "pohyb nahoru/dolů". První z nich je „Pohyb“ a druhou „Krokování“. Funkcí „Pohyb“ se pohon uvádí do pohybu v jednom smyslu do té doby, než obdrží jiný příkaz anebo do doby, během níž vypíná koncový spínač stínicího prostředku nebo elektricky ovládaného okna či dveří. Funkcí „Krokování“ se pohon uvádí do pohybu jen na takovou dobu, jaká byla nastavena v parametrech akčního členu a předává příkaz k zastavení pohybu v době, kdy se ovládaný prostředek pohybuje. Komunikační objekty přiřazené této funkci v aplikačních programech některých akčních členů nebo snímačů by při požadavku na čtení aktuální hodnoty po sběrnici mohly neúmyslně zastavit pohybující se pohon. Z tohoto důvodu bývají u příslušných komunikačních objektů těchto přístrojů ignorovány čtecí příkazy.



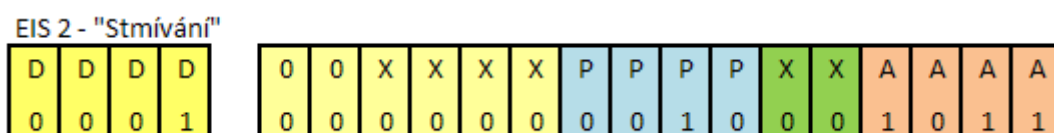
Obr. 3.27: Tvar pole délky telegramu a datového pole pro řízení žaluzií (EIS 7)

Tab. 3.6: Přenášené hodnoty A pro různé činnosti řízení žaluzií [15]

Činnost	Hodnota bitu
Pohyb - spouštění, vysunování	1
Pohyb - zvedání, navíjení	0
Krokování - stop/krok dolů	1
Krokování - stop/krok nahoru	0

Dvoubitový DPT typu 2.001 „Řízení spínání“ (dříve EIS 8 - priorita) je určen pro nadřazený způsob ovládání např. při běžném využívání DPT typu 1.001 „Spínání“, ale i u dalších typů DPT. Touto funkcí se zabezpečí např. nucená poloha (může být využita např. během čištění oken pro nucenou polohu žaluzií, bez možnosti jejich ručního či automatického řízení). Poslední dva bity A nabývají hodnot pro spínání prostřednictvím DPT typu 1: „10“ pro vypnutí, „11“ pro zapnutí. Řízení spínací funkce přístroje může tedy být závislé na stavu dvou komunikačních objektů. Prvním z nich je „Spínání“, druhým „Řízení spínání“. Pokud je hodnota posledních dvou bitů A „00“ nebo „01“, je akční člen spínán pouze objektem „Spínání“.

Čtyřbitový DPT typu 3.007 „Stmívání“ (dříve EIS 2) je tvořen dvěma částmi. Prvním bitem A (viz obr. 3.28) s hodnotou „1“ se určí, že se jedná o přidávání (rozsvěcování). Nabývá-li první bit A hodnoty „0“, jedná se potom o tlumení (stmívání). Rozsah stmívání určují zbývající tři bity, jak je uvedeno v tab. 3.7.



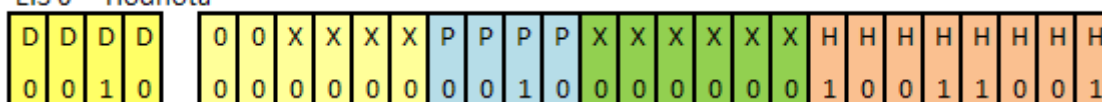
Obr. 3.28: Tvar pole délky telegramu a datového pole pro DPT 3.007 (EIS 2) „Stmívání“

Tab. 3.7: Přenášené hodnoty A pro stmívání – DPT 3.007 (EIS 2) [15]

Hodnoty bitů	Stav stmívače
000	Stop stmívání
001	Úroveň stmívání 1
010	Úroveň stmívání 2
011	Úroveň stmívání 4
100	Úroveň stmívání 8
101	Úroveň stmívání 16
110	Úroveň stmívání 32
111	Úroveň stmívání 64

Část telegramu, obsahující pole s délkou telegramu a datové pole pro jednobytovou DPT typu 5.001 nebo 5.004 „Hodnota“ může přenášet údaje o nastavení výstupu akčního členu v mezích od 0 do 255. Na obr. 3.29 je znázorněn příklad s přenášenou hodnotou H=153, což odpovídá nastavení výstupu na 60%.

EIS 6 - "Hodnota"



Obr. 3.29: Tvar pole délky telegramu a datového pole pro DPT 5.004 (EIS 6) „Hodnota“

Veškeré standardizované typy datových bodů, obecné využití a jejich specifikace, jsou uvedeny v netištěné příloze s názvem KNX_Datapoint_Types.pdf.

3.8.7 Zkušební pole

Zkušební pole slouží k odhalování chyb vzniklých během přenosu telegramu. Tímto se zabezpečí vysoká spolehlivost správnosti přenosu informace. V každém přenášeném bytu se stanovuje tzv. parita, tedy počet sudých a lichých bitů. Po přijetí telegramu se parita porovná s původním údajem.

4 Vzorový postup návrhu systémové elektroinstalace pro rodinný dům

Při návrhu systémové instalace v rodinném domě nebo bytě je možno postupovat různými způsoby. Z realizačních zkušeností však vyplývá, že je vhodné dodržovat určitou posloupnost kroků, abychom se vyvarovali zbytečným chybám a omylům, které nás mohou potkat jak ve fázi nabídky a zpracovávání projektu, tak při vlastní realizaci a užívání. [16]

Nezbytně nutnou podmínkou je, aby realizátor měl znalosti o systémové instalaci a jejich možnostech. Čím bohatší znalosti tím lépe. Zákazník většinou nemá znalosti žádné, nebo jen v minimální míře. Je proto třeba zákazníkovi vysvětlit, co vše je možné systémovou instalací řešit, a jaké jsou možnosti a varianty. Otázka na zákazníka typu „Tak co všechno byste chtěl řešit systémovou instalací?“ končí většinou pokrčením rameny nebo odpovědí „Pořádně nevím“, ale třeba i „Všechno“, nejčastěji však otázkou proti „A co všechno je možné?“. Ideální situací je stav, kdy realizátor nastíní, jaké jsou možnosti, vtáhne zákazníka do diskuze a společně pak pracují na výsledném řešení.

Následující řešení návrhu systémové elektroinstalace je příkladem, jak postupovat a zároveň upozorňuje na důležité body, které bychom neměli podcenit. Samozřejmě je na každém, jaký postup si zvolí. Jednotlivé kapitoly se mohou prolínat, ale obecně se nedoporučuje výrazně měnit jejich pořadí.

4.1 Dispozice a půdorysná schémata

Na začátku každého projektu je dobré vědět, do čeho se vlastně pouštíme. Většina investorů rodinných domů má zpracovanou studii nebo dokumentaci pro stavební povolení. Součástí těchto řešení jsou vždy půdorysné výkresy domu. Tyto výkresy je třeba si předem vyžádat i s kontaktem na architekta nebo projektanta, který je zpracovával.

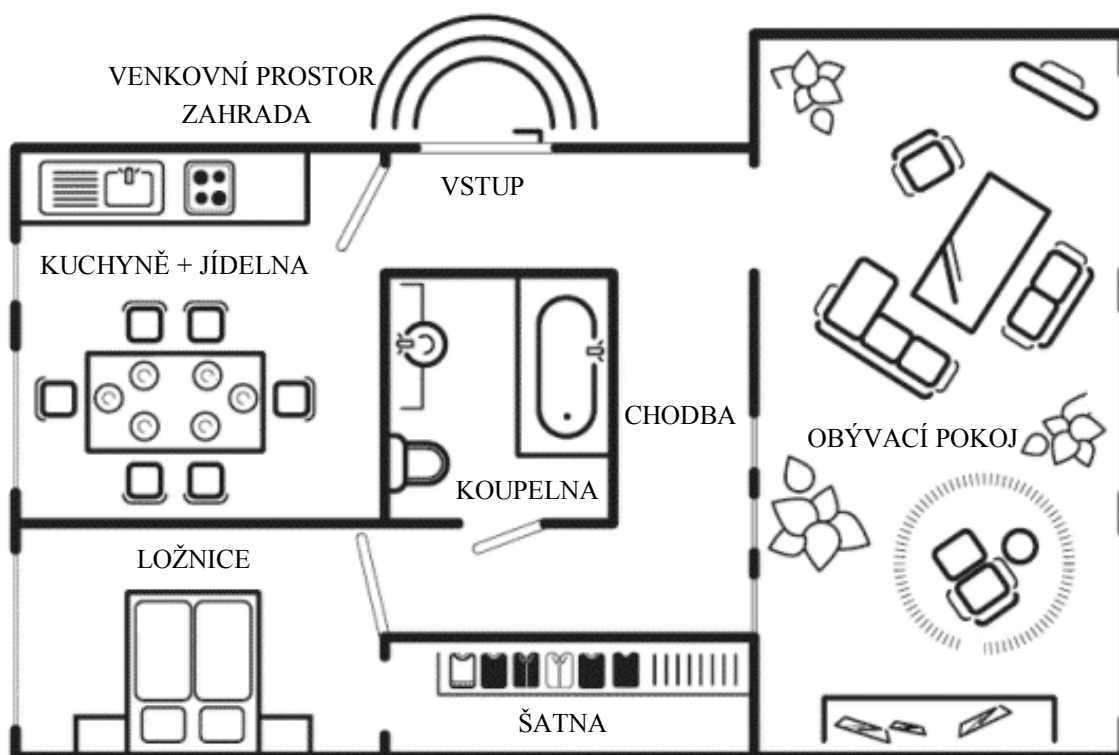
Výkresy jsou důležité nejen pro to, abychom viděli, jak bude dům vypadat, ale také např.:

- jak je dům orientován z hlediska světových stran,
- jaký je okolní terén (svah, rovina apod.), zahrada,
- jakým způsobem jsou řešeny přípojky energií,
- jaká je konstrukce domu – důležité pro koncepci uzemňovací soustavy, prostupy a stoupačky pro instalace,
- zda jsou již vyčleněna místa pro umístění rozvaděčů,
- jaké technologie se budou v domě vyskytovat (topení, klimatizace, bazénová technologie, zabezpečení apod.).

Když pak jdeme na jednání s investorem, jsme již připraveni. Máme vlastní představu a základní znalosti, které budeme následně za pomoci investora a ostatních profesí doplňovat.

Navíc se můžeme více soustředit na vlastní prezentaci výhod a možností systémové instalace, než na seznamování se s objektem. [16]

Obrázek obr. 4.1 ukazuje jednoduchý příklad půdorysu rodinného domu nebo bytu. V tomto případě se nejedná o půdorysné schéma ze stavební dokumentace ale o šablonu rodinného domu využitelnou na výukových panelech, na kterých je navržené řízení pomocí systému KNX prakticky realizováno.



Obr. 4.1: Půdorysný náčrt rodinného domu

Kompletní šablona s rozmístěním osvětlení, žaluzií a indikací funkcí vytápění nebo chlazení je obsažena v **příloze III.** na **straně III-3.** V této příloze je také znázorněno přiřazení jednotlivých svítidel, žaluzií a indikátorů ventilů vytápění a chlazení k jednotlivým kanálům příslušných aktorů.

4.2 Podrobný popis funkcí rodinného domu

Během jednání s investorem prezentujeme výhody a možnosti systémové instalace, a našimi dotazy, či vlastními návrhy investora, postupně vytváříme popis požadovaných funkcí RD.

Popis funkcí by měl sestávat ze dvou částí – textového popisu se zaměřením na slovní vyjádření funkce a tabulky s matematickým zápisem funkce.

Je velice pravděpodobné, že tento seznam nevznikne během jedné pracovní schůzky, pár telefonátů či několika e-mailů, ale úsilí zde vynaložené se následně mnohonásobně vrátí v průběhu další realizace. Pokud se tento seznam zpracuje špatně nebo dokonce nevytvoří vůbec, dochází především při konci realizace, v průběhu programování a oživování, ke konfliktním situacím, neboť není jasné, jak má instalace fungovat. Představy realizátora a investora totiž bývají dost často diametrálně odlišné i u zcela banálních funkcí.

Pokud se toto nevyjasní a nevysvětlí ihned na počátku, kdy je vše pouze ve stádiu úvah nebo jen na papíře, dochází později ke sporům, nejen mezi investorem a realizátorem, ale často i mezi ostatními profesemi. Právě v této chvíli se rozhoduje o spokojenosti či nespokojenosti zákazníka a v poslední řadě také o finančních nákladech.

Z tohoto důvodu je velmi důležité, aby se jednání zúčastňovali i zástupci ostatních profesí, kterých se systémová instalace týká, a to nejen v projekční, ale i realizační fázi. Spolupráce s ostatními profesemi a vzájemné se pochopení s investorem jsou dvě klíčové věci pro úspěšné dokončení díla.

4.3 Podrobný popis funkcí v jednotlivých místnostech

Tento popis funkcí zahrnuje pouze funkce týkající se systémové instalace, neobsahuje řešení ostatních elektroinstalačních částí např. uzemnění, jištění, ochrany proti přepětí, slaboproudé instalace a podobně.

U každé místnosti je nejprve popsáno jaké zařízení jsou v této místnosti instalována a jak chceme konkrétní zařízení ovládat. Následně je uvedeno které KNX komponenty jsou použity pro realizaci požadovaných funkcí, a u tlačítkových spínačů jsou jednotlivým tlačítkům přiřazeny funkce, které se po stisku provedou. Tyto funkce jsou přehledně zachyceny v tabulkách.

4.3.1 Ložnice

Svítlidla:

- ovládání všech svítidel v ložnici tlačítkovými spínači na stěnách,
- instalováno jedno centrální svítidlo na stropě, a dvě nástěnná svítidla u postele,
- veškerá svítidla v ložnici budou stmívatelná,
- tlačítkovým spínačem u postele bude možno aktivovat následující světelné scény:
 - *noční průchod* – rozsvícení osvětlení u postele a stropního svítidla, svítidlo v koupelně nad WC, centrální svítidlo na chodbě, svítidlo v kuchyni nad dřezem,
 - *dobré ráno* – osvětlení nad postelí, svítidlo v koupelně nad WC, centrální svítidlo na chodbě, svítidla v kuchyni nad dřezem a jídelním stolem, osvětlení nad TV,
 - *dobrou noc* – všechna svítidla vypnuta,
 - *panika* – všechna svítidla zapnuta.

Žaluzie, markýzy, rolety, závěsy, okna:

- elektricky ovládané venkovní žaluzie,
- ovládání žaluzií tlačítkovým spínačem na stěně, tlačítka mají vyšší prioritu než oslunění, ale nižší než rychlost větru a déšť,
- z ručního ovládání tlačítkem na stěně do automatického režimu (oslunění) přejde žaluzie po dvou hodinách od posledního ručního ovládání,
- žaluzie bude chráněna proti vysoké rychlosti větru (nad stanovenou rychlost km/h) – zatahne se a uzavře, nelze spustit a otevřít ručně ani automaticky,
- pokud bude venku intenzita světla pod stanovenou mez (tma) a rozsvítí se, přičemž žaluzie bude vytažena, dojde k jejímu stažení a zůstane stažena i po zhasnutí,
- z žaluzie budou sdruženy se světelnými scénami:
 - *dobré ráno* – rozevření žaluzií,
 - *dobrou noc* – všechny žaluzie staženy dolů,
 - *panika* – všechny žaluzie vytaženy nahoru.

Topení, klimatizace, vzduchotechnika:

- v ložnici bude Fan Coil jako centrální zdroj tepla a klimatizace,
- u fancoilu bude ovládáno otevření ventilu teplé/studené vody, 3 stupně otáček ventilátoru,
- v místnosti bude instalován prostorový termostat, který bude fancoil ovládat,
- budou definovány 4 teplotní hodnoty – komfortní režim, noční útlum, denní útlum a protizámrazná teplota, na termostatu bude možné teplotu upravit,
- při otevření okna, přestane fancoil dodávat teplo a přepne se do režimu protimrazové ochrany,
- bude blokováno topení proti chlazení, aby nepracovaly proti sobě.

Dle těchto požadavků jsou následně vybrány odpovídající komponenty a podrobně definovány jejich jednotlivé funkce, které budou tyto přístroje zajišťovat.

Tlačítkový spínač u postele:

- ZAP/VYP stropního svítidla v ložnici,
- stmívání stropního svítidla v ložnici,
- ZAP/VYP + stmívání lampiček u postele,
- ovládání žaluzií (přidružený reálné žaluzie)
- aktivace světelných scén (noční průchod, dobré ráno, dobrou noc, panika).



Obr. 4.2: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [17]

Funkce jednotlivých tlačítek zvoleného tlačítkového snímače jsou uvedeny v tab. 4.1.

Tab. 4.1: Přirazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN617419 - KNX tlačítkový panel 4-nás. plus, Polar/Act, SysM			
Fyzická adresa		1.1.26	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Tl. 1	krátký stisk	Scéna (3) "Noční průchod"	S1 ZAP, D2 30%, D3 30%, D4 30%, D7 30%
	dlouhý stisk	Scéna (1) "Dobré ráno"	S1 ZAP, D1 40%, D2 30%, D3 40%, D4 50%, S7 ZAP, všechny žaluzie nahoru
Tl. 2	krátký/dlouhý stisk	Scéna (0) "Dobrou noc"	Všechna světla VYP, všechny žaluzie dolů
Tl. 3	krátký stisk	ZAP/VYP stropní světlo D2	
	dlouhý stisk	Stmívání stropního světla D2	
Tl. 4	krátký/dlouhý stisk	Scéna (2) "Panika"	Všechna světla ZAP, všechny žaluzie nahoru
Tl. 5	krátký stisk	Žaluzie stop/krok dolů	1.1.5 – kanál 2 + 1.1.41 – kanál 1
	dlouhý stisk	Žaluzie dolů	
Tl. 6	krátký stisk	Žaluzie stop/krok nahoru	1.1.5 – kanál 2 + 1.1.41 – kanál 1
	dlouhý stisk	Žaluzie nahoru	
Tl. 7	krátký stisk	ZAP/VYP světla u postele L	Lampa v zásuvce (1.1.4)
	dlouhý stisk	Stmívání světla u postele L	Lampa v zásuvce (1.1.4)
Tl. 8	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP světla u postele R	

Tlačítkový spínač u dveří:

- ZAP/VYP stropního svítidla v ložnici,
- ovládání fan coilu¹, změna režimu topení/chlazení, přepínání režimů
- možnost změny žádané teploty pro topení/chlazení, na displeji se bude zobrazovat aktuální teplota, žádaná teplota, fan step a čas, (přepínání v 3 s intervalech)
- ZAP/VYP stropního svítidla mezi ložnicí a koupelnou na chodbě,
- vypnutí všech svítidel v ložnici.



Obr. 4.3: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [18]

Tab. 4.2: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN6212-0319 - KNX multif. tlačítkový panel 2-nás. plus+RTC, Polar/Act, SysM			
Fyzická adresa		1.1.23	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Menu L	krátký/dlouhý stisk	Snížení žádané teploty	
Menu R	krátký/dlouhý stisk	Zvýšení žádané teploty	
Tl. 1	krátký/dlouhý stisk	Změna režimu topení/chlazení	Chlazení(0) / Vytápění(1)
Tl. 2	krátký/dlouhý stisk	Volba režimu ventilace.: Auto->0->1->2->3	
Tl. 3	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP osvětlení na chodbě S6	
Tl. 4	krátký stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo D2	
	dlouhý stisk	VYP všech světel v ložnici	Snímač nemá pomocné tlačítko

¹ Fan-coil je zařízení na bázi konvektoru, určené k zajištění tepelné pohody daného prostoru. Fan-coil obsahuje ventilátor a výměník tepla. Do výměníku je prostřednictvím rozvodů přiváděna otopná nebo chladicí voda, která je připravovaná centrálně v kotelně nebo ve strojovně chlazení. Intenzitu vytápění/chlazení lze regulovat škrcením (zmenšováním průtoku otopného/chladicího média), nebo změnou otáček ventilátoru.

Zvolené parametry Fan Coil aktuátoru

Tab. 4.3: Parametry Fan Coilu

Parametr	Parametr	Poznámka
Fan step report	0 – 100%	
Úroveň otáček ventilátoru - krok 1	10%	
Úroveň otáček ventilátoru - krok 2	40%	
Úroveň otáček ventilátoru - krok 3	70%	
Funkce E1	okenní kontakt	rozepnuto = okno zavřeno
Funkce E2	monitoring odkapní misky	sepnuto = maximální hladina

Žádané teploty

V tab. 4.4 jsou uvedeny žádané teploty v ložnici pro jednotlivé režimy vytápění nebo chlazení.

Tab. 4.4: Žádané teploty

Funkce	Parametr	Poznámka
Topení - komfortní režim	T = 22 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Topení - denní útlum	T = 19 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Topení - noční útlum	T = 17 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Topení - protimrazová ochrana	T = 10 °C	okenní kontakt ZAP
Chlazení - komfortní režim	T = 22 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Chlazení - denní útlum	T = 26 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Chlazení - noční útlum	T = 28 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Chlazení - protimrazová ochrana	T = 30 °C	okenní kontakt ZAP

Jako akční členy osvětlení a žaluzií v ložnici jsou využity následující komponenty:

- MTN649350 - KNX univerzální stmívací akční člen 230V / 500 W,
- MTN646991 - řídicí jednotka 0-10V 3-násobná s manuálním režimem,
- MTN649804 - KNX žaluziový akční člen 4-násobný/10A s manuálním režimem,
- MTN645129 - KNX akční člen topení 6x230V/0,05A.

a) MTN649350



b) MTN646991



c) MTN649804



d) MTN645129



Obr. 4.4: Vzhled použitých KNX komponent [19][20][21][22]

4.3.2 Obývací pokoj

Svítlidla:

- ovládání všech svítidel v obývacím pokoji tlačítkovými spínači na stěně z jednoho místa,
- instalována tři svítidla na stropě (TV, centrální, relax),
- svítidlo v relaxační zóně a centrální svítidlo bude stmívatelné, svítidlo nad TV bude pouze spínané,
- v obývacím pokoji budou svítidla ovládána dálkovým ovladačem včetně scén,
- pro aktivaci scén bude oddělený tlačítkový spínač,
- světelné scény budou následující:
 - *Scéna (0): TV* – osvětlení nad TV ZAP, centrální svítidlo 30%,
 - *Scéna (1): Relax* – osvětlení nad TV ZAP, svítidlo v relaxační zóně 50%,
 - *Scéna (2): Standard* – centrální osvětlení 70%, svítidlo v relaxační zóně 70%,
 - *Scéna (3): Oslava* – osvětlení nad TV ZAP, centrální svítidlo 40%, svítidlo v relaxační zóně 40%,
 - *Scéna (4): Úklid* - osvětlení nad TV ZAP, centrální svítidlo 100%, svítidlo v relaxační zóně 100%.

Žaluzie, markýzy, rolety, závěsy, okna:

- instalována dvojice elektricky ovládaných venkovních žaluzií,
- ovládání žaluzií tlačítkovým spínačem na stěně, tlačítka mají vyšší prioritu než oslunění, ale nižší než rychlost větru a dešť,
- jednotlivé žaluzie bude možno ovládat samostatně,
- z ručního ovládání tlačítkem na stěně do automatického režimu (oslunění) přejde žaluzie po dvou hodinách od posledního ručního ovládání,
- žaluzie bude chráněna proti vysoké rychlosti větru (nad stanovenou rychlost km/h) – zatahne se a uzavře, nelze spustit a otevřít ručně ani automaticky,
- pokud bude venku intenzita světla pod stanovenou mez (tma) a rozsvítí se, přičemž žaluzie budou vytaženy, dojde k jejich stažení a zůstanou staženy i po zhasnutí.

Topení, klimatizace, vzduchotechnika:

- v obývacím pokoji bude centrální zdroj tepla a chladu,
- bude ovládáno otevření ventilu teplé/studené vody,
- v místnosti bude instalován prostorový termostat,
- budou definovány 4 teplotní hodnoty – komfortní režim, noční útlum, denní útlum a protizámrzná teplota, na termostatu je možné žádanou teplotu upravit,
- při otevření okna, se regulace přepne do režimu protimrazové ochrany,
- bude blokováno topení proti chlazení, aby nepracovaly proti sobě.

Tlačítkový spínač s prostorovým termostatem:

- změna režimu topení/chlazení,
- ZAP/VYP stropního svítidla nad TV,
- ZAP/VYP, stmívání centrálního stropního svítidla,
- ZAP/VYP, stmívání stropního svítidla v relaxační zóně,
- ovládání žaluzií u TV,
- ovládání žaluzií v relaxační zóně,
- vypnutí všech svítidel v ložnici.



Obr. 4.5: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [23]

Tab. 4.5: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schnieder Electric MTN6214-4146 - KNX multif. tlačítkový panel 4-nás. plus+RTC+IČ, StSt, SysD			
Fyzická adresa		1.1.21	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Tl. 1	krátký/dlouhý stisk	Změna režimu topení/chlazení	
Tl. 2	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo S7	Světlo u TV
Tl. 3	krátký stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo D5	Centrální svítidlo
	dlouhý stisk	Stmívání stropního svítidla D5	0-100%
Tl. 4	krátký stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo D6	Osvětlení v relaxační zóně
	dlouhý stisk	Stmívání stropního svítidla D6	0-100%
Tl. 5	krátký stisk	Žaluzie TV stop/step	1.1.5 – kanál 3
	dlouhý stisk	Žaluzie TV Down	
Tl. 6	krátký stisk	Žaluzie TV stop/step	1.1.5 – kanál 3
	dlouhý stisk	Žaluzie TV Up	
Tl. 7	krátký stisk	Žaluzie relax. stop/krok dolů	1.1.5 – kanál 4
	dlouhý stisk	Žaluzie v relax. zóně dolů	
Tl. 8	krátký stisk	Žaluzie relax. stop/krok nahoru	1.1.5 – kanál 4
	dlouhý stisk	Žaluzie v relax. zóně nahoru	

Tlačítkový spínač pro scény:

- světelné scény:
 - Scéna (0): TV* – osvětlení nad TV ZAP, centrální svítidlo 30%,
 - Scéna (1): Relax* – osvětlení nad TV ZAP, svítidlo v relaxační zóně 50%,
 - Scéna (2): Standard* – centrální osvětlení 70%, svítidlo v relaxační zóně 70%,
 - Scéna (3): Oslava* – osvětlení nad TV ZAP, centrální svítidlo 40%, svítidlo v relaxační zóně 40%,
 - Scéna (4): Úklid* - osvětlení nad TV ZAP, centrální svítidlo 100%, svítidlo v relaxační zóně 100%.



Obr. 4.6: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [24]

Tab. 4.6: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN628146 - KNX tlač. panel 2-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD			
Fyzická adresa		1.1.22	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Tl. 1	krátký/dlouhý stisk	Scéna (0): TV	S7 ZAP, D5 30%, D6 0%
Tl. 2	krátký/dlouhý stisk	Scéna (1): Relax	S7 ZAP, D5 0%, D6 50%
Tl. 3	krátký/dlouhý stisk	Scéna (2): Standard	S7 VYP, D5 70%, D6 70%
Tl. 4	krátký/dlouhý stisk	Scéna (3): Párty	S7 ZAP, D5 40%, D6 40%
Pomocné tlačítko	krátký stisk	Vypnout všechna svítidla	
	dlouhý stisk	Scéna (4): Úklid	S7 ZAP, D5 100%, D6 100%

Funkce vytápění ovládané automaticky

Tab. 4.7: Funkce vytápění

Funkce	Parametr	Poznámka
Otevření ventilu s teplou vodou	režim vytápění & T < SP	Ventil A1
Otevření ventilu se studenou vodou	režim chlazení & T > SP	Ventil A2
Komfortní režim	T = 22 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Denní útlum	T = 19 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Noční útlum	T = 17 °C	+ ruční donastavení na termostatu
Protimrazová ochrana	T = 10 °C	okenní kontakt ZAP

4.3.3 Kuchyně

Svítlidla, zásuvky:

- ovládání všech svítidel v kuchyni tlačítkovými spínači na stěnách,
- instalováno jedno centrální svítidlo na stropě nad jídelním stolem, a jedno svítidlo nad pracovní deskou,
- svítidlo nad jídelním stolem bude stmívatelné, svítidlo nad pracovní deskou bude pouze spínané.

Žaluzie, markýzy, rolety, závěsy, okna:

- elektricky ovládané venkovní žaluzie,
- ovládání žaluzií tlačítkovým spínačem na stěně, tlačítka mají vyšší prioritu než oslunění, ale nižší než rychlost větru a déšť,
- z ručního ovládání tlačítkem na stěně do automatického režimu (oslunění) přejde žaluzie po dvou hodinách od posledního ručního ovládání,
- žaluzie bude chráněna proti vysoké rychlosti větru (nad stanovenou rychlost km/h) – zatáhne se a uzavře, nelze spustit a otevřít ručně ani automaticky,
- pokud bude venku intenzita světla pod stanovenou mez (tma) a rozsvítí se, přičemž žaluzie bude vytažena, dojde k jejímu stažení a zůstane stažena i po zhasnutí,
- ovládání všech žaluzií v přízemí (nahoru/dolů kontinuálně, nahoru/dolů po krocích),
- zablokování všech žaluzií v horní poloze (údržba).

Topení, klimatizace, vzduchotechnika:

- bude ovládána digestoř ve dvou časových intervalech (5 minut, 15 minut),
- bude dáván povel k útlumu vytápění při dlouhodobějším (více než 2 dny) opuštění domu (např. dovolená).

Tlačítkový spínač pro ovládání osvětlení a žaluzií:

- ZAP/VYP, stmívání stropního svítidla nad jídelním stolem,
- ZAP/VYP osvětlení pracovní desky,
- ovládání žaluzií v kuchyni (nahoru/dolů kontinuálně, nahoru/dolů po krocích),
- vypnutí všech svítidel v kuchyni.



Obr. 4.7: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [25]

Tab. 4.8: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN628119 - KNX tlačítkový panel 2-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD			
Fyzická adresa		1.1.25	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Tl. 1	krátký stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo D1	Osvětlení nad jídelním stolem
	dlouhý stisk	Stmívání stropního svítidla D1	0-100%
Tl. 2	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP osvětlení prac. desky S1	Osvětlení pracovní desky
Tl. 3	krátký stisk	Žaluzie stop/krok dolů	1.1.5 – kanál 1
	dlouhý stisk	Žaluzie dolů	
Tl. 4	krátký stisk	Žaluzie stop/krok nahoru	1.1.5 – kanál 1
	dlouhý stisk	Žaluzie nahoru	
Pom. tl.	krátký/dlouhý stisk	Vypnout všechna svítidla	

Tlačítkový spínač pro ovládání sporáku, digestoře a žaluzií:

- ovládání digestoře (dva časové intervaly),
- ovládání sporákového vypínače,
- zablokování všech žaluzií v horní poloze (údržba),
- ovládání všech žaluzií v přízemí (nahoru/dolů kontinuálně, nahoru/dolů po krocích).



Obr. 4.8: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [26]

Tab. 4.9: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN628319 - KNX tlačítkový panel 4-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD			
Fyzická adresa		1.1.28	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Tl. 1	krátký/dlouhý stisk	ZAP digestoře (S7) na čas. interval	Zapnutí na 5 sekund
Tl. 2	krátký/dlouhý stisk	ZAP digestoře (S7) na čas. interval	Zapnutí na 15 sekund
Tl. 3	-	-	
Tl. 4	-	-	
Tl. 5	krátký/dlouhý stisk	Uzamčení všech žaluzií v horní pozici	Údržba, čištění oken
Tl. 6	-	-	
Tl. 7	krátký stisk	Všechny žaluzie stop/krok dolů	
	dlouhý stisk	Všechny žaluzie dolů	
Tl. 8	krátký stisk	Všechny žaluzie stop/krok nahoru	
	dlouhý stisk	Všechny žaluzie nahoru	

4.3.4 Koupelna

Svítlidla:

- ovládání všech svítidel v koupelně tlačítkovými spínači na stěnách,
- instalováno jedno centrální svítidlo na stropě, a jedno svítidlo nad zrcadlem,
- centrální svítidlo na stropě bude stmívatelné, svítidlo nad zrcadlem bude pouze spínané.

Topení, klimatizace, vzduchotechnika:

- tlačítkem ovládána ventilace s nastaveným časovým intervalem (5 min.)

Tlačítkový spínač pro ovládání osvětlení a ventilace:

- ZAP/VYP, stmívání stropního svítidla,
- ZAP/VYP osvětlení nad zrcadlem,
- zapnutí ventilace na časový interval 5 minut,
- vypnutí všech svítidel v koupelně jedním tlačítkem.



Obr. 4.9: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [27]

Tab. 4.10: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN628019 - KNX tlačítkový panel 1-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD			
Fyzická adresa		1.1.24	
Tlačítko č.		Funkce	Poznámka
Tl. 1	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP svítidla S5	Osvětlení nad zrcadlem
Tl. 2	krátký stisk	ZAP/VYP stropního svítidla D3	
	dlouhý stisk	Stmívání stropního svítidla D3	
Pomocné tlačítko	krátký stisk	Vypnutí všech svítidel	
	dlouhý stisk	Zapnutí ventilátoru na čas. interval	5 sekund

4.3.5 Vstup, chodba

Svítlidla:

- ovládání všech svítidel na chodbě a před vstupem tlačítkovými spínači na stěnách,
- před vchodem instalováno jedno nástěnné svítidlo,
- v chodbě instalována tři stropní svítidla,
- centrální svítidlo bude stmívatelné, zbývající svítidla budou pouze spínána,
- bude-li spínač *Time switch* v poloze *Off*, a klesne-li intenzita světla pod stanovenou mez, bude osvětlení před vstupem a na zahradě spínáno pohybovým snímačem,
- pokud bude spínač *Time switch* v poloze *On*, a klesne-li intenzita světla pod stanovenou mez, rozsvítí se osvětlení před vstupem a na zahradě a zhasne až ve chvíli, kdy intenzita venkovního světla překročí stanovenou mez,
- osvětlení před vstupem a na zahradě bude možno trvale zapnout,
- chodbě budou svítidla spínána jak tlačítky, tak pohybovým snímačem,
- detektor pohybu spíná osvětlení na chodbě u dveří v závislosti na intenzitě jasu, funkci detektoru je možno blokovat,
- detektor pohybu spíná centrální osvětlení na chodbě nezávisle na intenzitě osvětlení, funkci detektoru je možno blokovat,
- při odchodu z domu budou zhasnuta všechna svítidla.

Vizualizace:

- na chodbě bude ve stěně zabudován dotykový panel, na kterém poběží vizualizace RD.
- Vizualizace bude umožňovat:
 - centrální ZAP/VYP osvětlení,
 - ovládání kompletního osvětlení uvnitř i vně domu (jednotlivě po místnostech),
 - ovládání všech zastiňovacích prvků (jednotlivě po místnostech),
 - ZAP/VYP automatiky oslunění (automatický režim zastiňovacích prvků při oslunění),
 - údaje z povětrnostní centrály,
 - údaj o teplotách z místností, kde je termostat,
 - útlum zdroje ZAP/VYP tepla/chladu,
 - zobrazení zavření/otevření prosklených ploch,
 - ZAP/VYP ventilace v koupelně,
 - ZAP/VYP simulace přítomnosti, simulace přítomnosti bude obsahovat ovládání zastiňovací techniky, osvětlení v domě a venkovní osvětlení.

Elektrická zabezpečovací signalizace (EZS):

- při alarmu dojde k rozsvícení osvětlení v celém RD a na zahradě,
- při alarmu dojde k vytažení veškerých zastiňovacích prvků.

Tlačítkový spínač u vchodových dveří:

- ZAP/VYP stropního svítidla u vchodových dveří,
- ZAP/VYP, stmívání stropního svítidla v chodbě,
- ZAP/VYP stropního svítidla na chodbě u ložnice a koupelny,
- blokování/povolení pohybového čidla venku u vchodových dveří,
- blokování/povolení pohybového čidla na chodbě,
- trvalé zapnutí venkovního svítidla,
- vypnutí veškerého osvětlení uvnitř domu.



Obr. 4.10: Vzhled zvoleného tlačítkového snímače [28]

Tab. 4.11: Přiřazení funkcí jednotlivým tlačítkům tlačítkového snímače

Schneider Electric MTN628219 - KNX tlačítkový panel 3-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD			
Fyzická adresa		1.1.27	
Tlačítko č.	Funkce		Poznámka
TL. 1	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo S4	Světlo u vchodových dveří (chodba)
TL. 2	krátký stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo D4	Centrální svítidlo na chodbě
	dlouhý stisk	Stmívání stropního svítidla D4	
TL. 3	krátký/dlouhý stisk	Uzamčení/povolení Argus - S4	Spínání světla S4 snímačem pohybu
TL. 4	krátký/dlouhý stisk	Uzamčení/povolení Argus - D4	Spínání světla D4 snímačem pohybu
TL. 5	krátký stisk	Osvětlení S3 (S9) automat	Venkovní osvětlení u vstupu
	dlouhý stisk	Osvětlení S3 (S9) trvale ZAP	
TL. 6	krátký/dlouhý stisk	ZAP/VYP stropní svítidlo S6	Světlo u koupelny (chodba)
Pomocné tlačítko	krátký stisk	Vypnutí všech svítidel na chodbě	
	dlouhý stisk	VYP osvětlení v celém domě	

Další funkce ovládané automaticky

Tab. 4.12: Další funkce

Funkce	Parametr	Poznámka
Spínání svítidla u dveří pohybovým čidlem	Argus povolen & ≤ 70 Lx	Svítidlo S4
Spínání centrálního svítidla pohybovým čidlem	Argus povolen	Svítidlo D4 60%
Časový spínač osvětlení	ZAP/VYP	

4.3.6 Bazén, zahrada

Následující popis funkcí je pouze příkladem, jak může KNX řízení fungovat v rozsáhlejších rodinných domech. Dále zmíněné funkce nejsou prakticky realizovány na tréninkových panelech.

Bazénová technologie, sauna

- bazénová technologie vnitřního bazénu bude řízena z vlastního rozvaděče,
- tlačítka bude ovládáno roletové zakrytí bazénu a podhladinové osvětlení,
- do vizualizace budou přenášeny informace o pH, chlóru, flokulantu a teplotě bazénové vody a dále bude měřeno množství protečené vody pomocí impulsního vodoměru, při překročení nastavené hodnoty bude zobrazeno varování a bude uzavřen elektroventil přívodu vody do technologie, po kvitanci varování bude elektroventil otevřen,
- v bazénové technologii bude snímáno zaplavení, v případě zaplavení bude zobrazen alarm ve vizualizaci, bude uzavřen elektroventil přívodu vody do technologie a bude dána informace na mobilní telefon, po kvitanci alarmu bude elektroventil otevřen,
- zasláním SMS bude možné dálkově zapnout saunu, v případě že nebudou dveře sauny otevřeny do 30 min. po spuštění, bude vypnuta. [16]

Garážová vrata, vjezdová brána, vstupní dveře:

- zasláním jedné SMS dojde k otevření brány a garážových vrat a rozsvícení osvětlení v garáži (pokud je intenzita světla nižší než stanovená mez) a obráceně zasláním jedné SMS se pozhasíná a pozavírá,
- zasláním jedné SMS dojde k otevření vstupní branky a vchodových dveří, uzamyká se automaticky při zavření branky a dveří,
- v obou podlažích bude vedle domácího videotelefonu dvoutlačítko pro ovládání branky a brány v případě návštěvy.

Zahrada:

- ovládání osvětlení v zahradě a na přístupových cestách,
- ovládání zavlažování – ve vizualizaci bude možné nastavit, které sekce a kdy budou zavlažovány (časový rozvrh sekcí),
- hlídání hladiny a dopouštění vody do nádrže na zavlažovací vodu – do nádrže bude svedena dešťová voda z okapů, v případě nízké hladiny (pod 1/4 výšky nádrže) bude doplněna automaticky ze studny pouze ale do 1/3 výšky nádrže,
- řízené vyhřívání okapů, příjezdové cesty a chodníku, v případě, že poklesne teplota pod -2 °C a padají srážky, zapne se vyhřívání a je zapnuto ještě další 2 hodiny, než jeden z parametrů pomine.

5 Programování systému KNX

Při samotném programování požadovaných funkcí v softwarovém nástroji ETS4 je nutné nastavit každou komponentu na sběrnici tak, aby její funkce vyhovovaly našim požadavkům. U tlačítkových spínačů je tímto myšleno například nastavení funkcí jednotlivých tlačítek. Jiným příkladem je nastavení zasílání statusů u spínacích aktorů. Pokud je tedy určitý kanál sepnut, můžeme pomocí statusů rozsvítit kontrolní LED diodu na tlačítkových spínačích.

5.1 Příklad nastavení komponent na sběrnici KNX

V následujícím příkladu bude ukázáno nastavení jednotlivých komponent na sběrnici KNX. Podrobný popis nastavení veškerých KNX komponent využitých pro realizaci žádaných funkcí ve všech místnostech by přesahoval rozsah této práce, proto je v kapitole 5.1 a všech jejích podkapitolách uveden příklad nastavení přístrojů, které jsou využity pro realizaci požadovaných funkcí v místnosti ložnice. Požadované funkce jsou uvedeny v kapitole 4.3, kde jsou také popsány funkce jednotlivých tlačítek tlačítkových snímačů. Pro realizaci jsou využity tyto komponenty:

- MTN617419 - KNX tlačítkový panel 4-nás. plus, Polar/Act, SysM,
 - tlačítkový spínač u postele,
- MTN6212-0319 - KNX multif. tlačítkový panel 2-nás. plus+RTC, Polar/Act, SysM,
 - tlačítkový spínač u dveří s funkcí regulace teploty v místnosti pro Fancoil,
- MTN649350 - KNX univerzální stmívací akční člen 230V / 500 W,
 - využít kanál 1 pro osvětlení u postele (lampička v zásuvce),
- MTN646991 - řídící jednotka 0-10V, 3-násobná s manuálním režimem,
 - využít kanál 2 pro stropní svítidlo,
- MTN649804 - KNX žaluziový akční člen 4-násobný/10A s manuálním režimem,
 - využít kanál 2 pro žaluzie v ložnici,

5.1.1 Vytvoření projektu

Postup, kterým založíme nový projekt v nástroji ETS4 je následující:

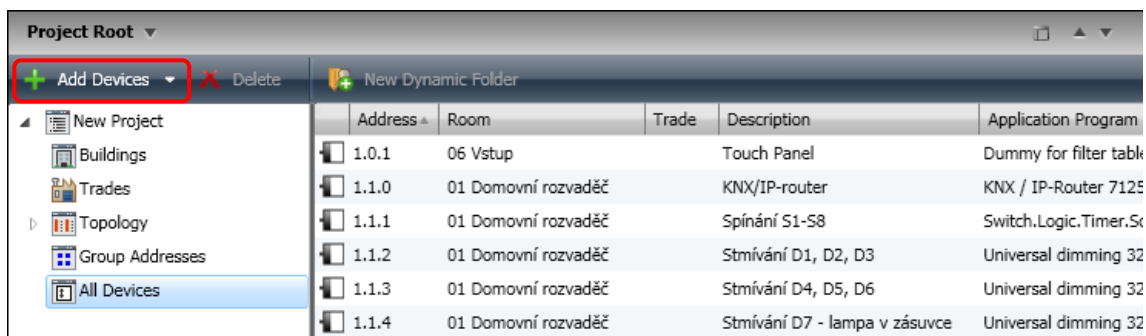
- v záložce **Projects** zvolíme **New** (viz Příloha I., str. I-1), automaticky se otevře nové okno,
- v nově otevřeném okně zvolíme název projektu, typ použitého média, zvolíme, zda chceme automaticky vytvořit první linii a vybereme styl skupinových adres (viz Příloha I., str. I-1),
- po provedení těchto dvou kroků se v databázi programu ETS vytvoří nový projekt,
- výběrem vytvořeného projektu v databázi můžeme tomuto projektu připsat základní údaje, jako jsou číslo projektu, číslo kontraktu, datum začátku a datum konce, status projektu a komentář. Projekt také můžeme uzamknout heslem (viz Příloha I., str. I-2),

- otevřením nově vytvořeného projektu máme možnost do tohoto projektu vložit používané KNX komponenty a následně pomocí skupinových adres vytvořit vzájemné vazby.

5.1.2 Vložení komponent do projektu

Aby mohl program pracovat s účastníkem, musí se nejprve načíst specifikace tohoto zařízení z produktové databáze. Každý výrobce dodává ke svému zařízení svou produktovou databázi. Z této databáze se poté importují jednotlivá zařízení do projektu. Chceme-li do projektu přidat komponentu, postupujeme takto:

- zvolíme **Add Devices** (viz Příloha I., str. I-3),
- v programu ETS se otevře katalog, ze kterého vybereme komponentu, kterou chceme vložit. Zvolenou komponentu vložíme stylem Drag&Drop (viz Příloha I., str. I-3).



Obr. 5.1: Záložka s vloženými zařízeními ve stromu projektu se zvýrazněným tlačítkem pro přidání komponenty

5.1.3 Parametrizace a nastavení vložených komponent

Aby jednotlivé komponenty byly schopny vykonávat námi požadovanou funkci, musíme je vhodně nastavit. Nastavení provádíme v záložce **Parameters** u příslušné komponenty (viz Příloha I., str. I-4). V této záložce se skrývá kompletní nastavení vybraného přístroje. Nastavení se provádí převážně vhodným výběrem parametrů, které jsou nabízeny prostřednictvím roletových menu. V následujících kapitolách 5.1.4 a 5.1.5 je popsáno nastavení komponent pro ovládání osvětlení v místnosti ložnice tlačítkovým spínačem umístěným u postele.

5.1.4 Nastavení tlačítkových snímačů

V této části bude detailně probráno nastavení funkcí tlačítkových snímačů. Jak již bylo uvedeno, programování a parametrizace jednotlivých komponent a nastavení komunikace mezi přístroji se provádí pomocí softwarového nástroje ETS.

5.1.4.1 Tlačítkový snímač u postele - MTN617419

Jak bylo popsáno v kapitole 5.1.3, k parametrizaci jednotlivých přístrojů přistupujeme v programu ETS tak, že ze seznamu vložených přístrojů zvolíme požadovanou komponentu a následně přejdeme na záložku **Parameters**.

General	
Parameter	Setting
Push-button module	1-gang
	2-gang
	4-gang
	4-gang IR
Operating LED	switched on
	switched off

Obr. 5.2: Nastavení parametrů v záložce General [29]

Aplikační program ke zvolenému tlačítkovému spínači je shodný pro komponenty z řady přístrojů MTN617419xx. Z tohoto důvodu je v záložce **General** (viz Příloha I., str. I-4) nutno zvolit kolika násobné tlačítko programujeme. My máme k dispozici 4-násobný snímač (8-tlačítek), proto zde zvolíme **4-gang**. Po této volbě již nemáme k dispozici nastavení, které se týká pouze modulů s IR přijímačem. Nastavení parametru **Operating LED** – **switched on** zajišťuje trvalé rozsvícení indikační led na čelním panelu tlačítkového spínače.

Po stisku tlačítka mohou být vykonány naprosto odlišné operace. Záleží na funkci, kterou jednotlivým tlačítkům přiřadíme při nastavování v programu ETS. Při volbě funkcí máme na výběr z následujícího seznamu:

- přepínání (toggle),
- spínání (switch),
- stmívání (dimming),
- žaluzie (blind),
- detekce náběžných/sestupných hran, rozsah hodnot 1 bit, 2 bity (priorita), 4 bity, 8 bitů (edges 1 bit, 2 bit (priority), 4 bit, 1-byte values),
- detekce náběžných/sestupných hran, rozsah 2 byte (edges with 2-byte),
- 8-bitový lineární regulátor (8-bit linear regulátor),
- scény (scene).

Jednotlivá tlačítka jsou na samotném přístroji, v tomto konkrétním případě na přístroji s výrobním číslem MTN617419, rozmístěna dle obr. 5.3.



Obr. 5.3: Rozmístění tlačítek na přístroji MTN617419

Každému tlačítku můžeme vhodným nastavením aplikačního programu v programovacím nástroji ETS přiřadit naprosto odlišnou funkci. Popis nastavení všech tlačítek aby jimi bylo možné realizovat požadované funkce uvedené v kapitole 4.3.1 je uveden v následujícím textu.

Tlačítko číslo 1 (viz obr. 5.3)

Tlačítkový spínač č. 1 tohoto snímače byl zvolen pro vyvolávání světelných scén. V projektu této diplomové práce jsou při parametrizaci scén využity dvě možnosti vytvoření scén. V ložnici jsou parametry jednotlivých scén nastaveny v přístrojích aktorů. Tyto scénы se následně vyvolávají stiskem příslušných tlačítek na tlačítkovém spínači, který je umístěn v ložnici u postele. Druhá možnost parametrizace scén je využita pro světelné scénы v obývacím pokoji. Zde jsou světelné scénы nastaveny přímo v tlačítkovém spínači a na jednotlivé aktory osvětlení jsou pouze zasílány telegramy se spínacími příkazy nebo procentuálními hodnotami, na které se mají jednotlivé kanály nastavit.

Krátkým stiskem prvního tlačítka bude vyvolána světelná scéna (3) “Noční průchod“, dlouhým stiskem scéna (1) “Dobré ráno“. Tento požadavek realizujeme dle následujícího nastavení.

Stejně jako jsme přistoupili k nastavení v záložce **General** (viz Příloha I., str. I-4), přejdeme nyní na záložku **Push-button 1**, kde nejprve vybereme požadovanou funkci tlačítka. Chceme vyvolávat scénы, proto u tlačítka 1 zvolíme funkci **Scene**.

Zvolíme čas, po jehož uplynutí je stisk tlačítka chápán jako dlouhý stisk. Toto provedeme v kolonce **Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)**. Zde zadáme hodnotu 6. K vyvolání akce pro dlouhý stisk musíme přidršet tlačítko na dobu 600 ms.

Dále nastavíme v kolonkách **Scene function – extended** a **Number of objects – two**. Toto nastavení nám umožní využívat pro jedno tlačítko dva komunikační objekty, kterými můžeme aktivovat dvě scénы. Posledním nastavením v této záložce je spuštění stavové LED (**Triggering of status LED**). Zde zvolíme **flashes** – stavová LED bude neustále blikat, pokud bude aktivována scéna.

Toto nastavení je znázorněno na obrázku obr. 5.4, který je převzat z anglického manuálu. Z tohoto důvodu je text uveden anglicky.

Key X	
Parameter	Setting
Triggering of status LED	switched on
	switched off
	from switch/value object A
	from switch/value object B
	from status feedback object
	operation = ON / release = OFF
	prolonged operation = ON / release = OFF
	flashes
	flashes if switch/value object A not equal to 0
	flashes if switch/value object B not equal to 0
	flashes if switch/value object A equal to 0
	flashes if switch/value object B equal to 0
Functional selection	Scene
	4 - 250 in single steps, 30 default setting
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	normal (short = send / long = save)
Scene function	extended
	one
Number of objects	two

Obr. 5.4: Nastavení parametrů v záložce Push-button 1 [29]

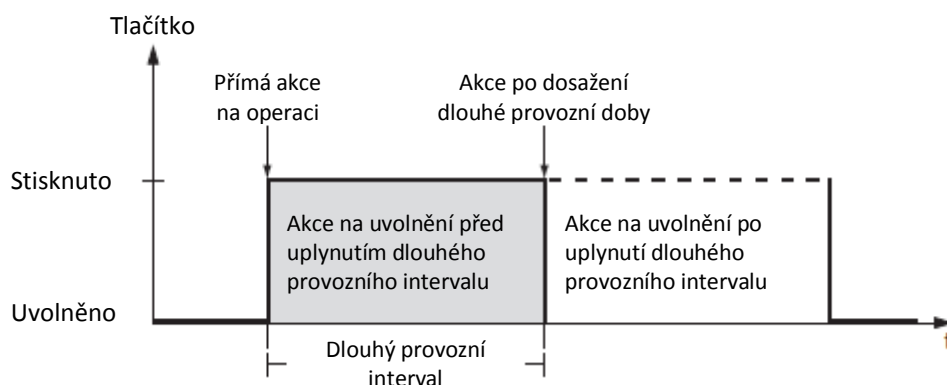
Po tomto základním nastavení prvního tlačítka přejdeme k parametrizaci komunikačních objektů, které tomuto tlačítku náleží (**Object A**, **Object B**).

V záložce **Push-button 1: (Object A)** zvolíme parametry dle tab. 5.1. Tabulka je vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.1: Nastavení parametrů v záložce Push-button 1: (Object A)

Push-button 1: (Object A)	
Direct action on rocker operation	none (stops cyclical sending)
Action on release before the long operating time has elapsed	sends value 1
Action on achieving the long operating interval	no change
Action on release after achieving the long operating time	none (stops cyclical sending)
Value 1 - Scene address (0-63)	3
Scene value 1 should the scene	retrieve
Value 2 - Scene address (0-63)	0
Scene value 1 should the scene	save
Base for cyclic interval	1 second
Factor for cyclic interval (3-255)	10

Význam tohoto nastavení je patrný z obrázku obr. 5.5.



Obr. 5.5: Aktivační fáze, na které se dělí stisk tlačítka [27]

Pokud stiskneme první tlačítko a pustíme jej před uplynutím času 600 ms, zašle se na sběrnici KNX příkaz ke spuštění scény 3. Všechny prvky, které mají tuto scénu nakonfigurovanou, ji následně aktivují.

V záložce **Push-button 1: (Object B)** zvolíme parametry dle následující tabulky (tab. 5.2). Tabulka je rovněž vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.2: Nastavení parametrů v záložce Push-button 1: (Object B)

Push-button 1: (Object B)	
Direct action on rocker operation	none (stops cyclical sending)
Action on release before the long operating time has elapsed	none (stops cyclical sending)
Action on achieving the long operating interval	send value 1
Action on release after achieving the long operating time	none (stops cyclical sending)
Value 1 - Scene address (0-63)	1
Scene value 1 should the scene	retrieve
Value 2 - Scene address (0-63)	1
Scene value 1 should the scene	save
Base for cyclic interval	1 second
Factor for cyclic interval (3-255)	10

Pokud bude první tlačítko stisknuto 600 ms a déle, zašle se na sběrnici KNX příkaz ke spuštění scény 1. Všechny prvky, které mají tuto scénu nakonfigurovanou, ji následně aktivují.

Tlačítko číslo 2 (viz obr. 5.3)

Po krátkém nebo dlouhém stisku tlačítkového spínače č. 2 je požadováno vyvolání světelné scény “Dobrou noc” – Scéna (0).

K realizaci této operace nastavíme parametry v záložce **Push-button 2** dle tab. 5.3. Tabulka je vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.3: Nastavení parametrů v záložce Push-button 2

Push-button 2	
Selection of function	Scene
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	30 (defaultní hodnota)
Scene function	normal (short = recall / long = save)
Triggering of status LED	operation = ON / release = OFF
Scene address (0-63)	0

Krátkým stisknutím tlačítka se načte příslušná scéna, zatímco dlouhý stisk tlačítka slouží k uložení scény. Stavová LED dioda se rozsvítí pouze v okamžiku, kdy je stisknuto tlačítko.

Tlačítko číslo 3 (viz obr. 5.3)

Tlačítko č. 3 bylo zvoleno k ovládání stmívatelného stropního svítidla v ložnici (D2). Krátkým stiskem zapneme svítidlo na 100% jasu nebo naopak vypneme. Dlouhým stiskem tlačítka budeme přidávat nebo ubírat jas osvětlení.

K realizaci této funkce nastavíme parametry v záložce **Push-button 3** dle tab. 5.4, která je opět vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.4: Nastavení parametrů v záložce Push-button 3

Push-button 3	
Selection of function	Dimming
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	6
Triggering of status LED	from switch/value object A
Dimming direction	brighter and darker
Step dimming (brighter)	to max. brightness
Step dimming (darker)	to min. brightness
Cyclical sending of the dimming levels	no

Tlačítko číslo 4 (viz obr. 5.3)

Po krátkém nebo dlouhém stisku tlačítkového spínače č. 2 je požadováno vyvolání světelné scény “Panika” – Scéna (2).

K realizaci této operace nastavíme parametry v záložce **Push-button 4** dle tab. 5.5, která je vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.5: Nastavení parametrů v záložce Push-button 4

Push-button 4	
Selection of function	Scene
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	30 (defaultní hodnota)
Scene function	normal (short = recall / long = save)
Triggering of status LED	long operation = ON / release = OFF
Scene address (0-63)	2

Krátkým stisknutím tlačítka se načte příslušná scéna, zatímco dlouhý stisk tlačítka slouží k uložení scény.

Tlačítko číslo 5 a 6 (viz obr. 5.3)

Tlačítkem číslo 5 mají být ovládány žaluzie směrem dolů. Krátkým stiskem dojde k zastavení pohybu žaluzií nebo k pohybu dolů po krocích. Dlouhým stiskem tlačítka je vyvolán kontinuální chod žaluzií směrem dolů, který je možné zastavit právě krátkým stiskem stejného tlačítkového spínače.

Stejnou funkci požadujeme také od tlačítka číslo 6 ovšem s tím rozdílem, že se žaluzie budou pohybovat směrem nahoru.

K realizaci této operace nastavíme parametry v záložce **Push-button 5** dle tab. 5.6, která je vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.6: Nastavení parametrů v záložce Push-button 5

Push-button 5	
Selection of function	Blind
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	6
Scene function	ON after movement telegram
Direction of movement	DOWN

Parametry v záložce **Push-button 6** zvolíme podle tab. 5.7. Tato tabulka je vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.7: Nastavení parametrů v záložce Push-button 6

Push-button 6	
Selection of function	Blind
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	6
Scene function	ON after movement telegram
Direction of movement	UP

Tlačítko číslo 7 a 8 (viz obr. 5.3)

Tlačítka č. 7 a 8 má být ovládáno stmívatelné osvětlení u postele na pravé a levé straně. Pro praktickou realizaci je využito jen tlačítko 7, kterým je řízena lampička v zásuvce (D7). Krátkým stiskem tlačítka zapneme svítidlo na 100% jasu nebo naopak vypneme. Dlouhým stiskem tlačítka budeme přidávat nebo ubírat jas osvětlení.

K realizaci této funkce nastavíme parametry v záložce **Push-button 7** dle tab. 5.8, která je opět vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.8: Nastavení parametrů v záložce Push-button 7

Push-button 7	
Selection of function	Dimming
Detection of long activation time from 100 ms * Factor (4-250)	6
Triggering of status LED	from switch/value object A
Dimming direction	brighter and darker
Step dimming (brighter)	to max. brightness
Step dimming (darker)	to min. brightness
Cyclical sending of the dimming levels	no

Stejné nastavení jako bylo uvedeno pro tlačítko 7, platí také pro tlačítko číslo 8, neboť má být tímto tlačítkem vykonávaná shodná funkce, tj. ovládání stmívatelného osvětlení u postele.

5.1.5 Nastavení spínacích a stmívacích aktorů

K ovládání stmívatelného stropního svítidla D2 je využit druhý kanál 3-násobné řídicí jednotky 0-10V MTN646991.

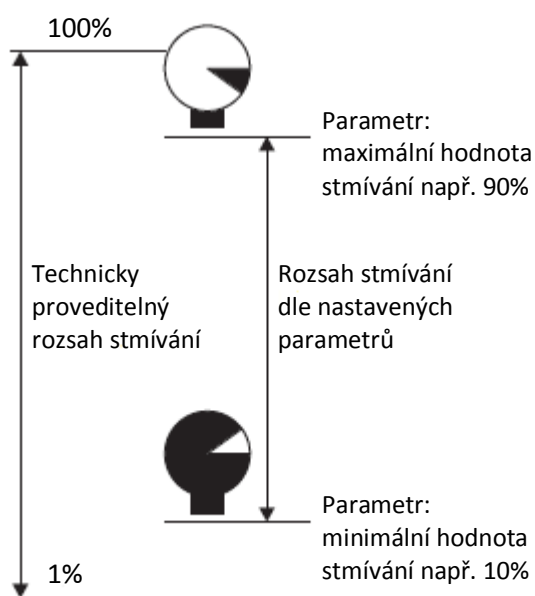
V následující části textu je popsáno nastavení tohoto kanálu tak, aby splňoval požadované a technicky realizovatelné funkce.

Pomocí nástroje ETS nastavíme parametry v záložce **General** aplikačního programu tohoto přístroje dle tab. 5.9, která je opět vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.9: Nastavení parametrů v záložce 2: General

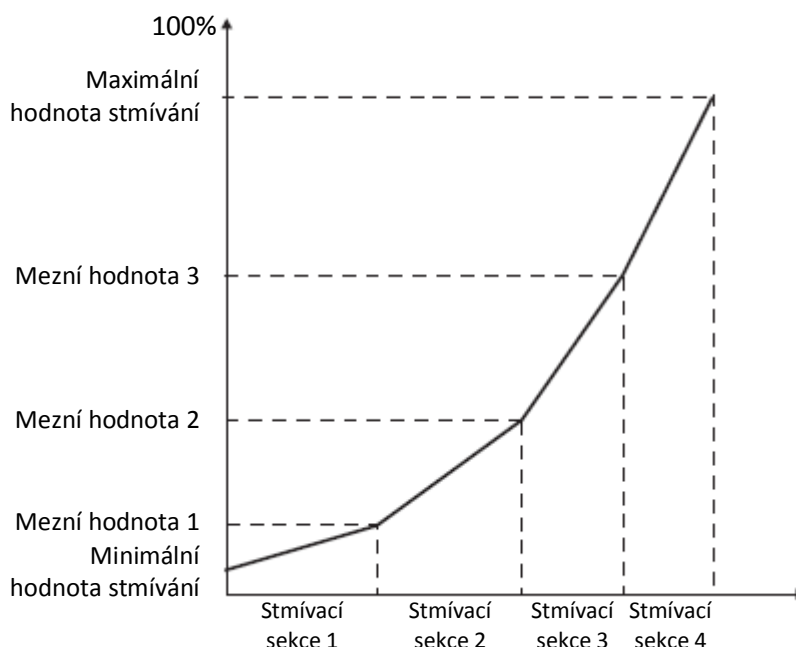
2: General	
Minimum dimming value in %	20
Maximum dimming value in %	100
Initial brightness	max. brightness
Base dimming curve	can be altered
Dimming object switches channel	only ON, not OFF
Value object switches channel	ON and OFF
Delay times	disable
Staircase lighting function	deactivated
Switch object effective	unchanged
Scene	enable
Central function	disable
Higher priority function	deactivated
Behaviour when bus voltage fails	Relay, no change
Behaviour when bus voltage returns	Switch off relay
Control voltage by open relay	40%
Status switch	active status response object
Status value object/brightness value	active status response object

Význam parametrů *Minimum dimming value in %* a *Maximum dimming value in %* si můžeme představit podle nákresu na obr. 5.6, který znázorňuje možnost změny rozsahu regulace jasu osvětlení.



Obr. 5.6: Změna rozsahu stmívání osvětlení [31]

Následující záložka slouží k úpravám křivky stmívání. Tímto definujeme chování kanálu pro fyzikální vlastnosti různých lamp. Při nastavení je možné využít přednastavených křivek uložených v aplikaci pro klasické žárovky a halogenové žárovky. Pokud v záložce **General** zvolíme u parametru **Base dimming curve - can be altered**, můžeme křivku stmívání nastavit dle našich požadavků. Na tréninkových panelech jsou pro svítidla využity LED diody, proto je křivku stmívání nutno upravit.



Obr. 5.7: Základní křivka stmívání [31]

K parametrizaci alternativní křivky slouží záložka s názvem **Base dimming curve**. Použité nastavení této záložky je uvedeno v tab. 5.10, která je stejně jako tab. 5.11 vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.10: Nastavení parametrů v záložce 2: Base dimming curve

2: Base dimming curve	
1st threshold value in %	25
2st threshold value in %	50
3st threshold value in %	75
Time base of 1st dimming section	100 ms
Time factor of 1st dimming section (1-255)	150
Time base of 2st dimming section	100 ms
Time factor of 2st dimming section (1-255)	150
Time base of 3st dimming section	100 ms
Time factor of 3st dimming section (1-255)	150
Time base of 4st dimming section	100 ms
Time factor of 4st dimming section (1-255)	150

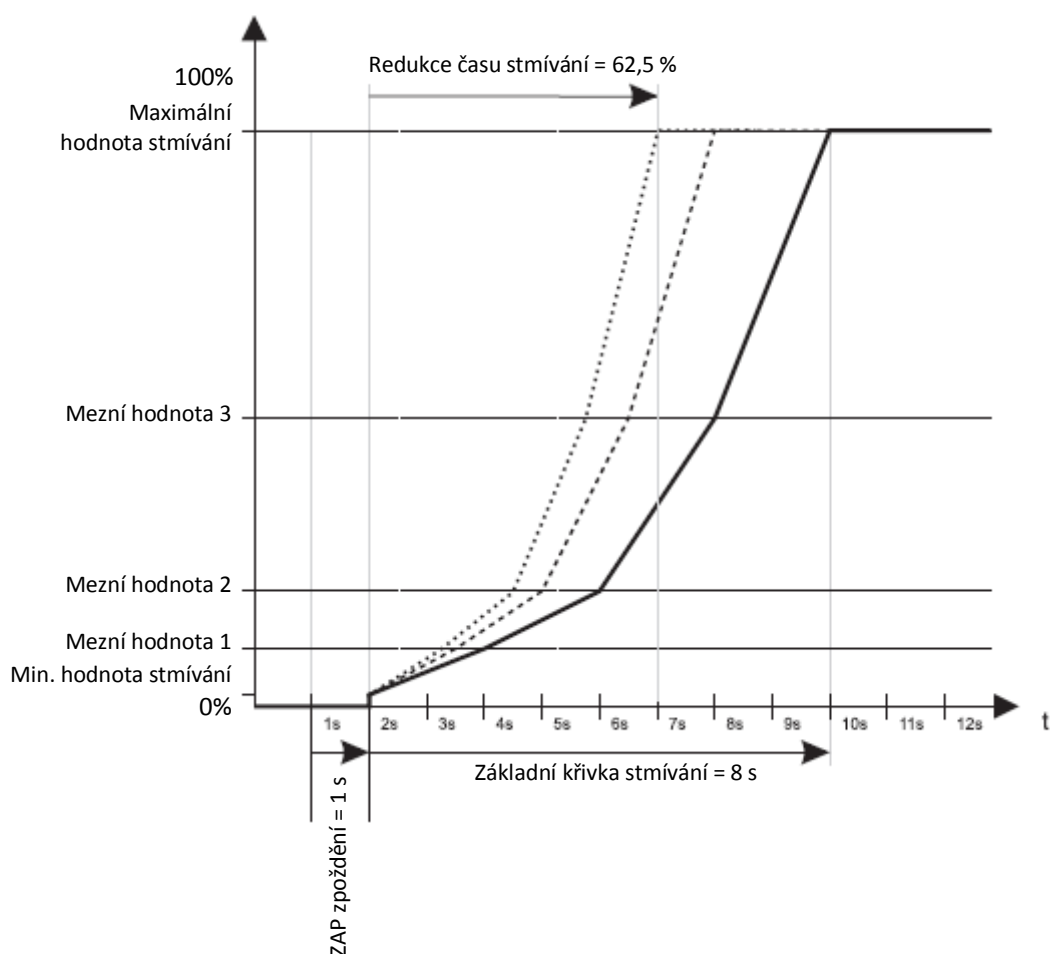
Tab. 5.11: Nastavení parametrů v záložce 2: Dimming time reduction

2: Dimming time reduction	
Dimming time reduction object for dimming curve	deactivated
Sets for dimming time reduction	
Format of dimming time reduction	1-100 %
Set 0: dimming time reduction	
for switching telegrams and staircase lighting, switch on at	2 %
for dimming telegrams to	6 %
for staircase lighting switch off at	50 %
for value telegrams at	6 %
for scene telegrams at	20 %
for priority functions at	2 %
Set 1 to 3	disable

Princip redukce času stmívání si můžeme představit dle následujícího vzorce:

$$\text{křivka stmívání} = \text{základní křivka stmívání} \cdot \text{redukce času stmívání}.$$

Procentuální hodnoty udávání čas náběhu v procentech. V tomto případě tedy odpovídá 6% času 3,6 s ($0,06 \cdot 60$ s). Princip redukce času stmívání je znázorněn na obr. 5.8.



Obr. 5.8: Znázornění principu redukce rychlosti stmívání [31]

Stropní svítidlo v ložnici (D2) je zahrnuto do světelných scén, které jsou vyvolávány tlačítkovým snímačem u postele. Požadované chování osvětlení D2 při jednotlivých scénách je následující:

- scéna (0) “Dobrou noc“ - osvětlení vypnuto,
- scéna (1) “Dobré ráno“ - osvětlení zapnuto na 30%,
- scéna (2) “Panika“ - osvětlení zapnuto na 100%,
- scéna (3) “Noční průchod“ - osvětlení zapnuto na 30%.

Dle těchto požadavků nastavíme parametry v záložce **Scenes**. Zvolené parametry jsou uvedeny v tab. 5.12, která je vytvořena na základě aplikačního programu v nástroji ETS. Z tohoto důvodu je nastavení popsáno v angličtině.

Tab. 5.12: Nastavení parametrů v záložce 2: Scenes

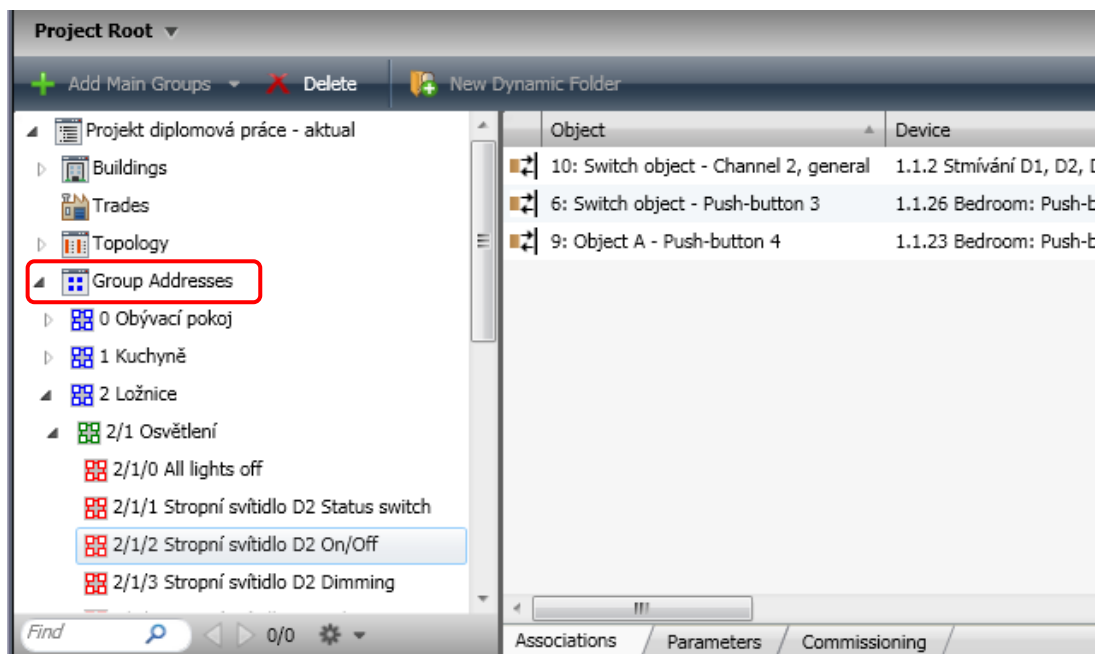
2: Scenes	
Overwrite scene values in actuator during download	activated
Same dimming time	activated
Scene 1	activated
Scene 1: Scene number (0-63)	0
Scene 1: Brightness value in %	0
Scene 2	activated
Scene 2: Scene number (0-63)	1
Scene 2: Brightness value in %	30
Scene 3	activated
Scene 3: Scene number (0-63)	2
Scene 3: Brightness value in %	100
Scene 4	activated
Scene 4: Scene number (0-63)	3
Scene 4: Brightness value in %	30
Scene 5	deactivated
Scene 6	deactivated
Scene 7	deactivated
Scene 8	deactivated

V tab. 5.12 je prezentováno nastavení scén pro osvětlení, které je připojeno k druhému kanálu řídicí jednotky MTN646991 nesoucí fyzickou adresu 1.1.2. V této tabulce je názorně vidět, jak se v aplikačním programu aktoru parametruje požadovaná intenzita konkrétního osvětlení při vyvolání příslušné scény. Jak již bylo uvedeno výše, osvětlení připojené k druhému kanálu tohoto aktoru reaguje na vyvolání příslušných scén takto:

- scéna (0) “Dobrou noc“ - osvětlení vypnuto (0%),
- scéna (1) “Dobré ráno“ - osvětlení zapnuto na 30%,
- scéna (2) “Panika“ - osvětlení zapnuto na 100%,
- scéna (3) “Noční průchod“ - osvětlení zapnuto na 30%.

5.1.6 Sestavení skupinové adresy

Po potřebném nastavení veškerých komponent přistoupíme k vytvoření komunikačních vazeb. Nastavení komunikace mezi přístroji se provádí pomocí skupinových adres (Group addresses). Skupinové adresy vytváříme a editujeme programem ETS v záložce **Group addresses** obsažené ve stromu projektu.



Obr. 5.9: Záložka se skupinovými adresami ve stromu projektu v nástroji ETS4

Klikem na **Add Main Groups** vytvoříme novou základní úroveň (složku) skupinových adres, to této skupiny vložíme pomocí **Add Middle Groups** další úroveň, do které budeme následně přidávat konkrétní skupinové adresy pomocí tlačítka **Add Group Addresses**. V příkladě uvedeném na obr. 5.9 má **Main Groups** název *Ložnice*, **Middle Groups** název *Osvětlení*, a konkrétní skupinová adresa má název *Stropní svítidlo D2 on/Off*. K této skupinové adrese následně přiřadíme komunikační objekty přístrojů, které mají navzájem komunikovat.

Jak je z obrázku obr. 5.9 vidět, jsou v projektu skupinové adresy strukturovány dle jednotlivých místností a funkcí, kterým příslušná skupinová adresa patří takto:

- hlavní skupina = místnost (u rozsáhlejších objektů např. podlaží),
- meziskupina = profese (osvětlení, žaluzie, ventilace, vytápění, atd.),
- podskupina = funkce (osvětlení zap/vyp, osvětlení – status sepnutí, atd.).

Takže skupinovou adresu zajišťující například ovládání žaluzií v obývacím pokoji najdeme v záložce skupinových adres s názvem *Obývací pokoj* a podúrovní *Žaluzie*.

Zvolené schéma skupinových adres může být následně přenášeno do dalších projektů.

Na následujícím příkladu je vysvětleno sestavení skupinové adresy pro ovládání osvětlení v ložnici. Stropní svítidlo D2 v ložnici má být ovládáno ze dvou míst. Tlačítkem č.3 na tlačítkovém snímači u postele a tlačítkem č. 4 na tlačítkovém snímači u dveří. Tyto tlačítka již jsou pomocí svých aplikačních programů nastavena tak, aby bylo možno realizovat požadovanou funkci.

Pro funkci zapínání a vypínání osvětlení je vytvořena skupinová adresa **2/1/2** (Stropní svítidlo D2 On/Off). Do této skupinové adresy vložíme komunikační objekty od jednotlivých komponent:

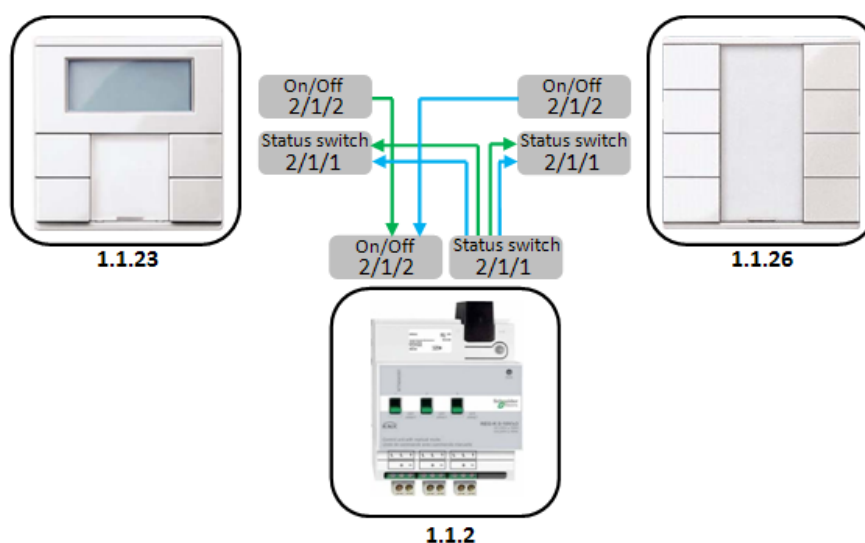
- **6: Switch object – Push-button 3** (zapínací/vypínací příkaz po krátkém stisku tlačítka u postele),
- **9: Object A – Push-button 4** (zapínací/vypínací příkaz po krátkém stisku tlačítka u dveří),
- **10: Switch object – Channel 2, general** (komunikační objekt sloužící k sepnutí příslušného kanálu).

Pro signalizaci stavu osvětlení pomocí stavové LED diody u tlačítek je vytvořena skupinová adresa **2/1/1** (Stropní svítidlo D2 Status switch). Do této skupinové adresy opět vložíme příslušné komunikační objekty.

- **6: Switch object – Push-button 3** (zaslání statusu k tlačítku 3),
- **9: Object A – Push-button 4** (zaslání statusu k tlačítku 4),
- **18: Status feedback switch – Channel 2, status feedback** (zaslání stavu kanálu).








Komunikační objekty vkládáme do příslušné skupinové adresy systémem Drag&Drop, podobně jako jednotlivé KNX komponenty do projektu. Toto bylo popsáno v kapitole 5.1.2. U příslušné komponenty tedy vybereme komunikační objekt, který chceme vložit do skupinové adresy a jednoduše ho do této pomocí myši přesuneme. Do jedné skupinové adresy mohou být připojeny pouze objekty o stejné velikosti (1 bit, 4 bity, 8 bitů, 2 byte...), přičemž může být jedem komunikační objekt přiřazen k více skupinovým adresám. Způsob přístupu ke komunikačním objektům komponent a princip vkládání do skupinových adres je zachycen na obrázku v **příloze I. na straně I-5**.

Komunikaci a zasílání jednotlivých telegramů si můžeme představit dle následujícího vyobrazení. Zelené šipky představují ovládání osvětlení spínačem u dveří (fyzická adresa 1.1.23), modré šipky znázorňují komunikace při ovládání osvětlení tlačítkovým spínačem u postele (fyzická adresa 1.1.26).



Obr. 5.10: Znázornění komunikací na sběrnici KNX

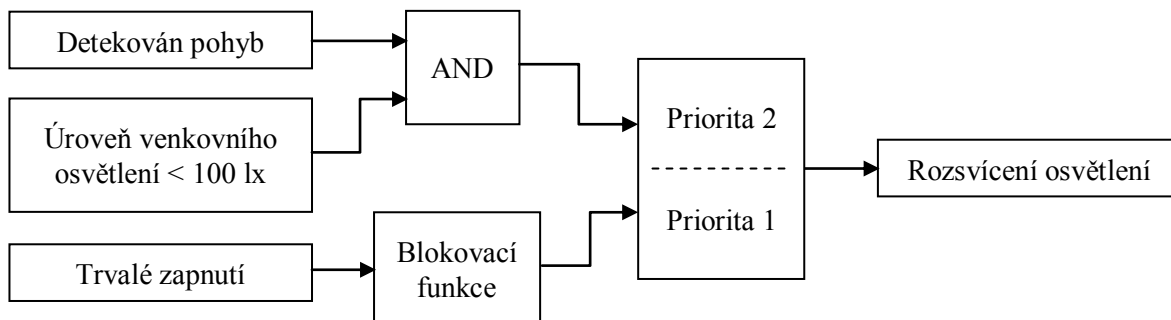
Na obr. 5.11 je zobrazena část detailního výpisu skupinových adres, který umí program ETS4 generovat. Přejeme-li si uložit výpis skupinových adres, zvolíme v programu ETS **Print** a následně vybereme, co chceme vytisknout nebo uložit do formátu pdf. Tento postup je graficky znázorněn v **příloze I. na straně I-6**.

	2/1/1	Stropní svítidlo D2 Status switch	1 bit	- / -		
<i>Device</i>	<i>Product</i>	<i>Description</i>	<i>Room</i>			
<i>Objects</i>	<i>Function Text</i>		<i>Text</i>	<i>Group Addresses</i>	<i>Priority</i>	<i>Flags</i>
	01.01.002	Control unit 0-10 V REG-K/3f with manual mode	Stmívání D1, D2, D3	01 Domovní rozvaděč		
18	Channel 2, status feedback		Status feedback switch	2/1/1S	Low	C-T-
	01.01.023	Push-button, 2-gang plus, room temp. control	Bedroom: Push-button with RTC	03 Ložnice		
9	Push-button 4	Stropní svítidlo D2 (krátký stisk)	Object A	2/1/2S 2/1/1	Low	C-WT-
	01.01.026	Push-button 4-gang plus	Bedroom: Push-button by bedside	03 Ložnice		
6	Push-button 3	Stropní svítidlo D2	Switch object	2/1/2S 2/1/0 2/1/1	Low	C-WT-
	2/1/2	Stropní svítidlo D2 On/Off	1 Bit	- / -		
<i>Device</i>	<i>Product</i>	<i>Description</i>	<i>Room</i>			
<i>Objects</i>	<i>Function Text</i>		<i>Text</i>	<i>Group Addresses</i>	<i>Priority</i>	<i>Flags</i>
	01.01.002	Control unit 0-10 V REG-K/3f with manual mode	Stmívání D1, D2, D3	01 Domovní rozvaděč		
10	Channel 2, general	Ložnice: stropní svítidlo D2	Switch object	2/1/2S 2/1/0	Low	C-W-
	01.01.023	Push-button, 2-gang plus, room temp. control	Bedroom: Push-button with RTC	03 Ložnice		
9	Push-button 4	Stropní svítidlo D2 (krátký stisk)	Object A	2/1/2S 2/1/1	Low	C-WT-
	01.01.026	Push-button 4-gang plus	Bedroom: Push-button by bedside	03 Ložnice		
6	Push-button 3	Stropní svítidlo D2	Switch object	2/1/2S 2/1/0 2/1/1	Low	C-WT-

Obr. 5.11: Ukázka výpisu skupinové adresy z programu ETS4

5.1.7 Ovládání venkovního osvětlení

V této kapitole je uveden příklad využití logické a blokovací funkce, které jsou využity k realizaci požadované funkce ovládání venkovního osvětlení pohybovým senzorem v závislosti na venkovním jas. Osvětlení před vchodovými dveřmi můžeme také trvale zapnout stiskem tlačítka. Princip činnosti je patrný z následujícího blokového schématu na obr. 5.12.



Obr. 5.12: Princip využití logických a blokovacích funkcí

Venkovní osvětlení se rozsvítí pouze tehdy, pokud je detekován pohyb a úroveň venkovního osvětlení klesla pod stanovenou mez. Příkaz trvalého zapnutí má vyšší prioritu, takže můžeme osvětlení manuálně zapnout tlačítkovým spínačem u vchodových dveří.

5.1.8 Uložení nastavení do KNX komponent

Posledním krokem po patřičném nastavení a vytvoření komunikačních vazeb mezi komponentami určenými k realizaci požadovaných funkcí, je nahrání aplikačních programů do paměti komponent.

Uložení nastavení do komponent probíhá opět v programu ETS, kde nejdříve označíme přístroj, jehož aplikační program chceme nahrát. Poté v horní liště programu ETS zvolíme **Commissioning** (uvedení do provozu) a **Download**. Zde máme na výběr z několika možností:

- **Download All** - uložení aplikačního program včetně fyzické adresy, přičemž musíme vždy stisknout programovací tlačítko na příslušném přístroji.
- **Download Partial** - uloží se pouze části, které byly změněny v programu ETS a nebyly uloženy dříve.
- **Download Physical Address** - přiřazení fyzické adresy KNX zařízení. Na příslušném přístroji musíme vždy stisknout programovací tlačítko.
- **Overwrite Physical Address** - přiřazení fyzické adresy KNX zařízení přepsáním známé předchozí adresy.
- **Download Application** - uložení pouze aplikačního programu. Tuto možnost využijeme v případě, kdy už jsou fyzické adresy v přístrojích nahrány a chceme nahrát pouze upravený aplikační program.

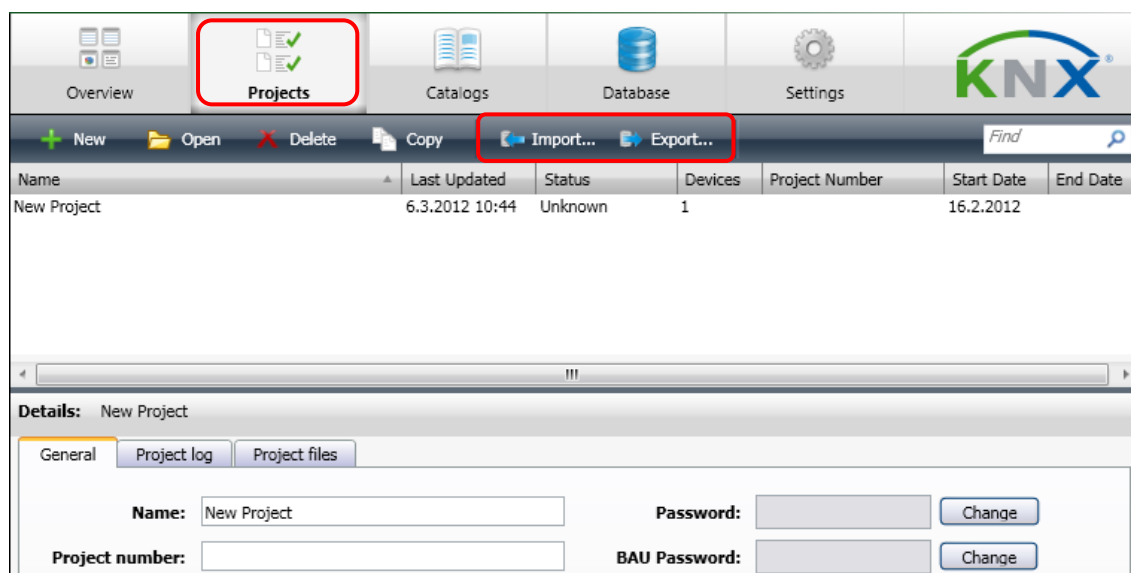
Postup nahrání nastavení aplikačních programů do KNX komponent je graficky znázorněn v příloze I. na straně I-7.

5.1.9 Export (import) projektu z programu ETS

Chceme-li projekt pro systém inteligentní elektroinstalace vytvořený v programu ETS přenést například na jiný počítač než na kterém právě vyvíjíme, musíme požadovaný projekt exportovat z aktuálně využívané databáze do souboru s příponou knxproj.

Možnost exportu projektu nabízí program ETS4 v záložce **Projects** na své úvodní obrazovce (viz Příloha I., str. I-1). Zde vybereme, který projekt požadujeme exportovat a stiskneme tlačítko **Export...**. Následně pouze zvolíme adresář, kam se má projekt uložit. Exportovaný projekt v sobě zahrnuje také veškeré aplikační programy všech použitých KNX komponent, takže při následném importu projektu do jiné databáze již nemusíme samostatně vkládat aplikační programy jednotlivých komponent

Podobně jako při exportu postupujeme také tehdy, chceme-li v programu ETS4 otevřít cizí projekt. Místo tlačítka **Export...** v tomto případě zvolíme tlačítko **Import...**. Umístění těchto tlačítek je vidět na obr. 5.13.



Obr. 5.13: Umístění tlačítek pro export a import projektu v ETS4

6 Diagnostika systému KNX

Ať již používáme „low-end“ – výrobky nižší třídy anebo nejdražší zařízení a technologie na trhu, problémům v podobě rozmanitých chyb a nefunkčnosti se prakticky nikdy nevyhneme. Závada může mít různé příčiny způsobené např. neodbornou manipulací nebo montáží. Nelze opomenout sice minimální, ale přesto určité procento kusů s možnou výrobní vadou.

Softwarový balík ETS4 disponuje diagnostickými funkcemi pro rychlou identifikaci a potlačení chybových stavů, ovšem za podmínky přímého přístupu na sběrnici. PC se softwarem ETS musí být propojen prostřednictvím příslušného rozhraní se sběrnici systému KNX, který bude podroben diagnostice. V tomto okamžiku je velmi vhodné mít detailní a hlavně aktuální dokumentaci o projektu. Principálně by měl být postup pro vyhledávání chyb systematizován. To znamená, že než začneme hledat problémy v systému KNX, je nutno vyloučit, zda není tvůrcem problému silová část instalace. Je-li problém na sběrnici KNX, vymezíme zasáhnutou funkci systému a procházíme přenosovou trasu, respektive nastavení systému krok po kroku od vysílajícího účastníka (senzoru) až k přijímacímu zařízení (aktoru). [32]

6.1 Cíle diagnostiky

Diagnostiku v systému KNX můžeme chápat jako sérii kroků pro vyhledání požadované funkce části nebo celé instalace v co nejkratší možné době. V tomto ohledu nabízí systém KNX nástroje přímo implementované v programu ETS4. Pomocí diagnostických nástrojů je možné vytipovat výskyt možné chyby a následně ji ze systému odstranit. Jednotlivé diagnostické metody budou rozdílné v závislosti na druhu a době vzniku problému. Detekce chyby v systému bude probíhat jinak, půjde-li chybu vzniklou při prvotním spuštění instalace nebo o nefunkční akční člen, který přestal korektně fungovat například v době rekonstrukce budovy. Z tohoto příkladu plyne, že nejdůležitějším nástrojem v oboru diagnostiky jsou aktuální informace.

6.2 Nesprávná funkce systému

Vzhledem k tomu, že tato práce pojednává o systému KNX nebudou dále rozebrány možnosti vzniku nesprávné funkce systému na silové části obvodu. Každý technik zabývající se diagnostikou by měl již při prvním kontaktu zjistit, zda příčina nespočívá například v nefunkční žárovce. Je nutné uvědomit si, že díky provázanosti obvodu s programem ETS jsou softwarové chyby při projekci do jisté míry vyloučeny. Po vyloučení následujících možných příčin je chybu nutné hledat právě v oblasti silového obvodu. Jednotlivé příčiny nesprávné funkce systému můžeme rozdělit podle druhu jejího vzniku na poruchy vzniklé výhradně při realizaci a poruchy vzniklé v průběhu používání.

Tyto poruchy vznikají výhradně lidským faktorem:

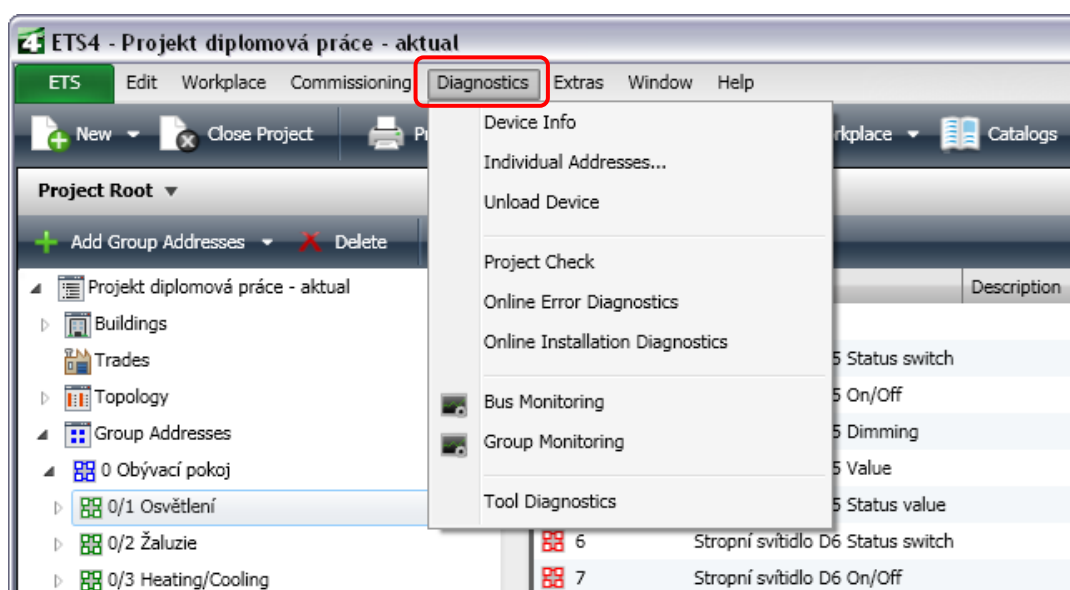
- přepólování sběrnicevého vedení u přístroje,
- neshoda fyzické adresy předem naprogramovaného účastníka s reálnou topologií sběrnice – zařazení do špatné linie,
- nesprávně vyprojektování nebo parametrizování účastníků,
- nesprávně naprogramování účastníků.

Poruchy způsobené v průběhu užívání elektroinstalace:

- přerušení vodiče sběrnice,
- přerušení kabeláže silové instalace,
- porucha účastníků na sběrnici.

6.3 Diagnostické nástroje v programu ETS

K provádění diagnostiky v programu ETS slouží záložka **Diagnostics** v hlavní nabídce. Na obrázku obr. 6.1 je vidět jaké možnosti v tomto směru software ETS nabízí. Jednotlivé položky budou rozebrány dále.



Obr. 6.1: Možnosti diagnostiky v programu ETS4

6.3.1 Device info

Tato položka slouží pro vyvolání okna s detailními informacemi o daném přístroji. Vedle všeobecných přístrojových informací (verze masky, fyzická adresa, výrobce přístroje, sběrníkové napětí, programovací režim, aktuální chyba, hardware) probíhá kontrola správnosti aplikačního programu (rozpoznání aplikace, typ přístroje, verze, aktuální stav, software, skupinová komunikace) nebo použití aplikačního modulu.

6.3.2 Individual Addresses

Funkce sloužící ke kontrole existence zařízení s určitou fyzickou adresou (výběr kontrolovaného účastníka, vložení odpovídající fyzické adresy), lokalizace účastníka, porovnání nastavení fyzických adres sběrníkových spojek v souladu s projektem, výpis všech adres v jedné linii, či liniovém segmentu.

6.3.3 Unload Device

Tato položka slouží k nastavení zařízení do původního továrního nastavení. Máme na výběr ze dvou možností. Můžeme vymazat pouze nahraný program, přičemž zachováme nastavenou fyzickou adresu přístroje, nebo kompletně vymažeme paměť zařízení. Abychom k zařízení mohli po kompletním vymazání paměti znovu přistupovat prostřednictvím programu ETS, musíme přístroji znovu zadat fyzickou adresu, přičemž se identifikace zařízení provádí uvedením zařízení do režimu programování.

6.3.4 Check Project

Položka **Check project** slouží pro projektanta v době dokončení projektu k celkovému zkontrolování projektu. ETS4 v tomto směru dokáže „prohlédnout“ strukturu projektu a objevit nejzávažnější projekční chyby. Funkce poskytuje kontrolní výpis chybových hlášení v důsledku nedodržení pravidel projektování (upozornění na celkovou spotřebu energie, poddimenzování nebo absenci napájecího zdroje atd.) Kromě vypsání chyb dokáže nástroj dále odhalit nesprávné nebo chybějící systémové přístroje a chybějící přiřazení adres. Mezi systémové přístroje jsou počítány, liniové spojky, tlumivky a zdroje napájení.

6.3.5 Online Error Diagnostics

Tato položka umožňuje zkontrolovat pomocí průvodce případné chyby při instalaci na úrovni funkčnosti skupinových adres. Chceme-li provést kontrolu, musíme vybrat položku, kterou chceme zkontrolovat (předmětem ověřování budou funkce související s touto položkou).

6.3.6 Online Installation Diagnostics

Funkce je podobná kroku **Check device** v průvodci **Online Error Diagnostics**, ale vztahuje se na všechny zařízení v rámci projektu. Nejen tedy na zařízení, která jsou spojena s konkrétní skupinovou adresou.

6.3.7 Group Monitoring

Group Monitor (skupinový monitor) slouží k diagnostice skupinových telegramů umožňující jejich záznam, analýzu (číslo telegramu, datum a čas, servis, chyba / opakování, priorita, zdrojová adresa, zdroj, cílová adresa, cíl, routingové číslo, DPT, typ telegramu, data), ale také načtení a vysílání hodnot skupinových adres.

6.3.8 Bus Monitoring

Bus Monitor (sběrníkový monitor) nabízí záznam a analýzu všech telegramů existujících na sběrnici (číslo telegramu, datum a čas, vlajky, priorita, zdrojová adresa, zdroj, cílová adresa, cíl, routingové číslo, typ telegramu, DPT, data, ACK).

Položky (skupinový monitor) a Bus monitor (Sběrníkový monitor) tedy slouží k nahrávání a detailní analýze komunikace na sběrnici. Group Monitor umožňuje stejně jako sběrníkový monitor zaznamenávat a analyzovat telegramy, s tím rozdílem, že je prioritně zaměřen na skupinové telegramy. Zatímco sběrníkový monitor analyzuje, co průběh komunikace po sběrnici, skupinový monitor se snaží odhalit, který účastník telegram vyslal a komu je určen. Mimo jiné je možné pomocí tohoto nástroje zasílat hodnoty skupinových adres manuálně.

6.3.9 Tool Diagnostics

Tento průvodce pomáhá shromažďovat všechny užitečné informace o programu ETS4 pro analýzu při možné podpoře ze strany vývojářů. Prostřednictvím několika kroků seskupených v kartách průvodce může uživatel zadat data, která chce zahrnout do výsledného exportu.

Bližší informace ke všem výše uvedeným diagnostickým nástrojům jsou uvedeny v nápovědě programu ETS.

6.4 Postup diagnostiky v ETS

Vybereme **Diagnostics/check project**. Systém prohlédne strukturu projektu a objeví nejzávažnější chyby. Pokud jsme postupovali správně, objeví se tabulka s předpokládanou spotřebou instalace. V opačném případě je zobrazen výpis nalezených chyb.

Spustíme **Bus monitoring**, který se nachází v záložce **Diagnostics**. **Bus monitoring** sleduje veškerou komunikaci na sběrnici. Sledování komunikace zahájíme stiskem tlačítka Start, začne být veškerá komunikace mezi přístroji zaznamenávána. Pokud v tuto chvíli odpojíme ze sběrnicových svorek například aktor osvětlení a pokusíme se rozsvítit, začnou se v záznamu ukazovat chybová hlášení zobrazená žlutě a zeleně. Takto se dá jednoduše najít vadný prvek v systému.

Druhý velice užitečný nástroj, kterým ETS4 disponuje je **Group Monitoring**. Tento nástroj na rozdíl od **Bus monitoringu** sleduje vysílané skupinové adresy. Taktéž je zde možno vidět, že přístroj odpojený od sběrnice nereaguje. **Group monitoring** a **Bus monitoring** nemohou pracovat současně, proto je nutné nejdříve jeden z nich vypnout. Pokud chceme na sběrnici manuálně vyslat telegram, zadáme v okně **Group Monitoring** skupinovou adresu, datový typ a hodnotu a stiskneme na tlačítko **Read/Write**. Po zvolení cyklického zasílání a zadání časového intervalu, může být telegram zasílán periodicky.

Všeobecně lze monitory v ETS, tedy jak sběrnicový, tak i skupinový označit za nástroje pro znázornění, analýzu a záznam pohybu telegramů. Navíc s využitím funkce skupinového monitoru lze odeslat na sběrnici telegram s nastavenými parametry přímo z PC. Z obou monitorů je z lišty menu možno spustit dialogové okno pro statistiku příjmů telegramů zobrazující informace o celkovém počtu odeslaných, nedoručených, negativně potvrzených (NACK, BUSY), opakovaných, ale i nerozpoznaných telegramů. Hodnoty jsou uvedeny absolutně i relativně v procentech. Kromě těchto údajů je sledováno zatížení sběrnice průběžným vykreslováním do grafu. Linie jsou barevně rozlišeny pro aktuální, maximální a průměrné procentuální zatížení sběrnice. Graf zatížení sběrnice je velmi dobrým pomocníkem při odhalování náhlého nárůstu komunikačních problémů (sporadických chybových funkcí) potvrzením vyššího zatížení sběrnice než 50 %.

Chceme-li vymazat paměť všech naprogramované KNX komponent, označíme v okně topologie všechny prvky a z diagnostických nástrojů spustíme **Unload Device**. Zobrazí se dialogové okno, ve kterém zvolíme, zda chceme smazat jen nahraný program nebo program a individuální adresu. Po potvrzení ETS vymaže všechny zvolené přístroje. O tom, že jsou komponenty vymazány včetně přiřazených individuálních adres, se můžeme přesvědčit. Spustíme nástroj **diagnostics/Individual addresses**, který umožňuje správu jednotlivých individuálních adres. Pokud v části **List all existing addresses in a line** zadáme příslušnou linii sběrnice KNX a zvolíme **scan**, neměl by být vymazaný přístroj zobrazen.

7 Realizační projektová dokumentace

Na základě podrobného popisu funkcí je možno přistoupit buď ke zpracování cenové nabídky, nebo přímo ke zpracování realizační projektové dokumentace.

Realizační projektová dokumentace se systémovou instalací musí obsahovat všechny nezbytné náležitosti, jako v případě projektu klasické elektroinstalace. Jsou to např. informace o rozvodné soustavě, výpočtovém zatížení, ochraně před úrazem elektrickým proudem, prostředí, způsobu měření, hlavním přívodu, technickém řešení, uzemnění a hromosvodu, bezpečnosti atd. Jsou zde však i určité odlišnosti. V půdorysných schématech jde především o jiné značení snímačů (tlačítek, termostátů apod.) a jiný systém kladení kabelů – sběrníkový kabel mezi jednotlivými snímači a napájecí vedení mezi spotřebiči a rozvaděči.

Větší odlišnosti jsou ve výkresech rozvaděčů. Především je třeba počítat s rozmístěním většího počtu rozvaděčů. Nejlépe je umístit do každého podlaží jeden rozvaděč, a pokud má dům zahradu s větším počtem technologií (osvětlení, zavlažování, dopouštění nádrže na dešťovou vodu, vyhřívání cest apod.) je vhodné vyčlenit i jeden rozvaděč pro ni. Samozřejmě se předpokládá, že některé technologie (např. bazénová, tepelné čerpadlo) mají svůj vlastní rozvaděč. Protože se systémové prvky umísťují do společných rozvaděčů s prvky jisticími, je třeba vzít v úvahu i výrazně větší rozměry rozvaděčů. Nejen z důvodu vysoké modulové náročnosti systémových prvků, ale i z hlediska oteplení rozvaděče.

Je vhodné, aby součástí technické zprávy realizační projektové dokumentace byl podrobný popis funkcí RD a tabulka funkcí. Vyřešíme tím dvě věci:

1. popíšeme systémovou instalaci, což musí technická zpráva obsahovat,
2. kdykoliv během realizace a kdokoliv můžeme my nebo kdokoliv jiný (investor, projektant, realizátor, ostatní profese) zkontrolovat, zda skutečnost odpovídá projektu a požadavkům investora.

7.1 Příklad schématu rozvaděče

Na obrázku obr. 7.1 je vyobrazen výřez schématu zapojení panelu č.1. Kompletní schémata zapojení KNX komponent v jednotlivých panelech jsou přiložena v **příloze III.**

Obr. 7.1: Výřez ze schématu zapojení panelu č. 1

8 Technická specifikace a cena řešení

Systémová instalace v rodinném domě je především o komfortu a až v druhé řadě o úsporách.

Investor by si měl položit otázku, co si od systémové instalace slibuje. Pokud očekává běžné řešení a spokojí se s jednoduchým ovládáním a klasickým řízením, je rozhodně lepší a především ekonomičtější řešit elektroinstalaci konvenčně. Pokud ale chce něco více, především z hlediska komfortu ovládání, jako jsou centrální funkce, přepínání režimů, ovládání z vizualizace, komunikace přes GSM modul, spolupráce jednotlivých technologií atd., pak je vhodné zvolit systémovou instalaci.

Je třeba, uvědomit si, že nemůžeme přímo porovnávat ceny klasického řešení a systémové instalace. Toto jsou dvě zcela odlišné věci. Při porovnání zpravidla do klasické instalace nezahrnujeme tzv. měření a regulaci, takže skutečnosti mnohdy ani nemusí být příliš výrazný rozdíl mezi cenou za klasickou a za systémovou instalaci.

Důležitou částí realizační projektové dokumentace je technická specifikace přístrojů. Na základě této specifikace se pak počítá realizační cena. Bohužel otázka na cenu je jednou z prvních. Stanovovat cenu odhadem např. na základě zkušeností nebo velikosti domu ještě před zpracováním realizační projektové dokumentace a technické specifikace je však velice ošidné a zrádné. Ze zkušeností vyplývá, že právě během zpracovávání dokumentace investor své požadavky upřesňuje, upravuje a nezdědka i navyšuje. Výsledná cena pak může být velmi odlišná od původního odhadu.

8.1 Technická specifikace přístrojů

Tato specifikace přístrojů zahrnuje pouze přístroje KNX, specifikace prováděcí projektové dokumentace musí obsahovat i ostatní elektroinstalační materiál.

Tab. 8.1: Seznam použitých KNX komponent

Pol.	Množ.	Název	Typ	Výrobce
1	1	KNX napájecí zdroj REG-K/640 mA se vstupem pro nouz. napájení	MTN683890	Schneider Electric
2	1	KNX univ. stmív. akční člen REG-K/230/500 W	MTN649350	Schneider Electric
3	1	KNX žaluz. akční člen REG-K/4x/10+man. režim	MTN649804	Schneider Electric
4	1	KNX spín. akční člen REG-K/8x230/10+man. režim	MTN649208	Schneider Electric
5	1	Power supply Alimentation	MTN693003	Schneider Electric
6	1	KNX akční člen topení REG-K/6x230/0,05A	MTN645129	Schneider Electric
7	1	KNX akční člen pro Fan Coil REG-K	MTN645094	Schneider Electric
8	2	Řídicí jedn. 0-10V REG-K/3-nás.+man. režim	MTN646991	Schneider Electric
9	1	KNX tlač. rozhraní 4-nás. plus, Polar	MTN670804	Schneider Electric
10	1	KNX USB rozhraní, pro zapuštěnou montáž	MTN681799	Schneider Electric
11	1	KNX multif. tlač. panel 4-nás. plus+RTC+IČ, StSt, SysD	MTN6214-4146	Schneider Electric
12	1	KNX tlač. panel 2-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD	MTN628146	Schneider Electric
13	1	KNX tlač. panel 4-nás. plus, Polar/Act, SysM	MTN617419	Schneider Electric
14	1	KNX tlač. panel 1-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD	MTN628019	Schneider Electric
15	1	KNX tlač. panel 2-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD	MTN628119	Schneider Electric
16	1	KNX multif. tlač. panel 2-nás. plus+RTC, Polar/Act, SysM	MTN6212-0319	Schneider Electric
17	1	KNX tlač. panel 3-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD	MTN628219	Schneider Electric
18	1	KNX tlač. panel 4-nás. plus, Polar/Alu/StSt, SysD	MTN628319	Schneider Electric
19	1	KNX ARG 180/2,2m, det. pohybu, zap.mon., Polar/Act, SysM	MTN631719	Schneider Electric
20	1	KNX ARG Presence, det. přítomnosti+regulace osv.+IR, Polar/Alu	MTN630919	Schneider Electric
21	1	KNX žaluz. akční člen REG-K/4x24/6+man. Režim	MTN648704	Schneider Electric
22	2	Napájecí zdroj REG/24V DC/1,25A	MTN693004	Schneider Electric
23	1	KNX spínací akční člen REG-K/2x230/16+manuální režim+detekce proudu	MTN647395	Schneider Electric
24	1	KNX tlačítkové rozhraní 2-násobné plus, Polar	MTN670802	Schneider Electric
25	1	KNX snímač osvětlení a teploty	MTN663991	Schneider Electric
26	1	IP dotykový panel 10", hliník lesklý	MTN683090	Schneider Electric
27	1	KNX modul pro IP dotykový panel	MTN683093	Schneider Electric
28	1	KNX/IP router REG-K	MTN680329	Schneider Electric

V tab. III-1 obsažené v příloze III. jsou uvedeny ceny jednotlivých KNX přístrojů instalovaných ve výukových panelech. Ceny jsou uvedeny dle koncového ceníku společnosti Schneider Electric platného od 1. dubna 2012 (do 30. září 2012).

9 Ověření spotřeby KNX komponent

Hlavní výhodou sběrnice systému je sdružení všech technologických částí v domě do jednoho, logicky uspořádaného systému. Plně automatizované domy řízené po sběrnici přináší pohodlí, komfort a naprostou jednoduchost při ovládání. Nezanedbatelnou výhodou zavedení inteligentní elektroinstalace jsou úspory na energiích vynaložených na vytápění, osvětlení, chlazení atd.

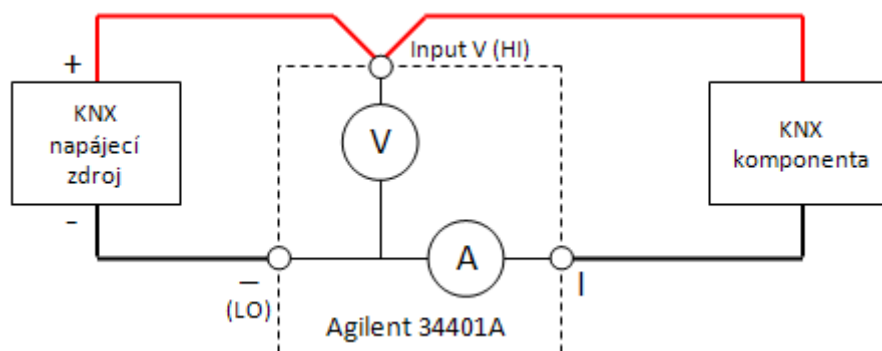
Regulace jednotlivých místností může, a měla být navržena tak, aby pomohla uživateli při poskytování světla, tepla, chlazení a čerstvého vzduchu přesně tak, jaké jsou požadavky a potřeby. Tímto způsobem, je minimalizováno plýtvání energií ve všech oblastech bytové spotřeby. Celosvětový standard technologie KNX umožňuje dosáhnout úspor energie ve dvouciferném procentuálním rozsahu. [33]

Úspory energie s KNX

- až 40% s KNX kontrolou zastínění
- až 60% s KNX kontrolou osvětlení
- až 60% s KNX kontrolou ventilace

Při úvahách o možné úspoře energie při využití sběrnice elektroinstalace se nabízí otázka, kolik elektrické energie spotřebují samotné „inteligentní“ komponenty. Jak je vidět z následujících tabulek v této kapitole, není u mnoha KNX komponent v jejich technických listech uvedena spotřeba elektrické energie. Z tohoto důvodu bylo provedeno kontrolní měření vlastní spotřeby jednotlivých přístrojů instalovaných do KNX systému.

K měření napětí a proudu tekoucího do jednotlivých přístrojů byl využit stolní multimetr Agilent 34401A, přičemž měření probíhalo dle následujícího zapojení.



Obr. 9.1 : Schéma zapojení pro měření spotřeby

Tab. 9.1: Spotřeba komponent v panelu č. 1

Objednací číslo	Produkt	Spotřeba - katalog. hodnota	Proud [mA]	Napětí [V]	Příkon [W]
MTN649350	KNX univ. stmív. akční člen	cca. 5 mA	5,5840	30,2214	0,1688
MTN649804	KNX žaluz. akční člen	max. 12,5 mA	10,7936	30,2195	0,3262
MTN649208	KNX spín. akční člen	max. 17,5 mA	10,8020	30,2274	0,3265
MTN645129	KNX akční člen topení	max. 125 mW	3,0623	30,2248	0,0926
MTN645094	KNX akční člen pro Fan Coil	max. 12 mA	7,9026	30,2279	0,2389
MTN646991	Řídicí jedn. 0-10V	cca. 17,5 mA	18,4870	30,2200	0,5587
MTN646991	Řídicí jedn. 0-10V	cca. 17,5 mA	18,3980	30,2200	0,5560
MTN670804	KNX tlač. rozhraní 4-nás.	< 10 mA	4,6728	30,2242	0,1412
MTN681799	KNX USB rozhraní	Neuvedeno	4,9533	30,2390	0,1498

Celková spotřeba komponent instalovaných v panelu č. 1 a uvedených v tab. 9.1 je 2,5586 W.

Tab. 9.2: Spotřeba komponent v panelu č. 2

Objednací číslo	Produkt	Spotřeba - katalog. hodnota	Proud [mA]	Napětí [V]	Příkon [W]
MTN6214-4146	KNX multif. tlač. panel 4-nás.+RTC+IČ	Neuvedeno	9,9878	30,2187	0,3018
MTN628146	KNX tlač. panel 2-nás.	Neuvedeno	4,1125	30,2192	0,1243
MTN617419	KNX tlač. panel 4-nás.	Neuvedeno	5,2602	30,2192	0,1590
MTN628019	KNX tlač. panel 1-nás.	Neuvedeno	4,0820	30,2170	0,1233
MTN628119	KNX tlač. panel 2-nás.	Neuvedeno	4,2021	30,2104	0,1269
MTN6212-0319	KNX multif. tlač. panel 2-nás.	Neuvedeno	8,7374	30,2112	0,2640
MTN628219	KNX tlač. panel 3-nás.	Neuvedeno	4,0258	30,2132	0,1216
MTN628319	KNX tlač. panel 4-nás.	Neuvedeno	4,0782	30,2122	0,1232
MTN631719	KNX ARG 180/2,2m, det. Pohybu	Neuvedeno	5,3415	30,2120	0,1614
MTN630919	KNX ARG det. přítomnosti+regulace osv.+IR	max. 8 mA	5,3678	30,2119	0,1622

Celková spotřeba komponent instalovaných v panelu č. 2 a uvedených v tab. 9.2 je 1,6677 W.

Tab. 9.3: Spotřeba komponent v panelu č. 3

Objednací číslo	Produkt	Spotřeba - katalog. hodnota	Proud [mA]	Napětí [V]	Příkon [W]
MTN648704	KNX žaluz. akční člen	max. 17.5 mA	10,6400	30,2179	0,3215
MTN647395	KNX spínací akční člen	cca. 16 mA	16,4430	30,2185	0,4969
MTN670802	KNX tlačítkové rozhraní 2-nás.	< 10 mA	4,6504	30,2210	0,1405
MTN663991	KNX snímač osvětlení a teploty	< 150 mW	4,7307	30,2216	0,1430

Celková spotřeba komponent instalovaných v panelu č. 3 a uvedených v tab. 9.3 je 1,1019 W.

Tab. 9.4: Spotřeba komponent v panelu č. 4

Objednací číslo	Produkt	Spotřeba - katalog. hodnota	Proud [mA]	Napětí [V]	Příkon [W]
MTN683093	KNX modul pro IP dotykový panel	Neuvedeno	7,5012	30,2101	0,2266
MTN680329	KNX/IP router	cca. 10 mA	5,5937	30,2112	0,1690

Celková spotřeba komponent uvedených instalovaných v panelu č. 4 a v tab. 9.4 je 0,3956 W.

Celková spotřeba elektrické energie všech 25 komponent připojených ke sběrnici KNX činí 5,72 W. Jelikož jsou komponenty připojeny k elektrické síti neustále, spotřebují za období jednoho roku 50,14 kW.

Při průměrné ceně elektřiny v roce 2011, která činila $4,54 \text{ Kč} \cdot \text{kWh}^{-1}$ [34] jsou teoretické roční náklady na provoz těchto přístrojů cca 228 Kč.

10 Závěr

V této práci jsem se zabýval rozbořem a popisem technologie sběrníkové elektroinstalace KNX pro inteligentní budovy, díky které lze do jednoho funkčního celku sjednotit mnoho samostatných systémů, které jsou doposud většinou řešeny odděleně, čímž je vyloučena jejich vzájemná spolupráce. Jednotné řešení založené na KNX standardu tuto nevýhodu odstraňuje. KNX je systém pro efektivní řízení domů a budov za pomoci produktů, které nabízí mnoho výrobců. Zajišťuje vždy optimální spotřebu energie, komfortní ovládání a mnoho dalších výhod. V mé práci jsou obsaženy základní poznatky vysvětlující práci a programování systému KNX. V úvodu práce jsem popsal princip činnosti, funkční vlastnosti sběrnice, možné topologie sběrnice a jejich kombinace. Vysvětlil jsem rozložení sběrnice na linie a oblasti, což je důležité při určování jedinečných fyzických adres přístrojů na sběrnici, popsal přenos dat, parametry komunikace a komunikační rámce.

Základním cílem této diplomové práce byl návrh opakovatelného postupu při realizaci inteligentní elektroinstalace. V praktické části se zabývám především tímto návrhem. Při vytváření vhodného postupu návrhu a realizace řízení inteligentní budovy se nevěnuji analýze vhodného způsobu pokládky datové a silové kabeláže nebo výběrem ideálního umístění rozvaděčů, ale řešil jsem především návrh příhodného způsobu řízení rodinného domu a převodem teoreticky sepsaných požadavků do praxe. Při analýze požadavků bylo důležité zamyslet se nad možnostmi, které inteligentní elektroinstalace nabízí a tyto možnosti co nejrozsáhleji implementovat do praktického ovládání konkrétních funkcí v rodinném domě či bytě tak aby zvýšily komfort bydlení.

Téměř všechny požadavky na způsob řízení a funkce budovy byly prakticky implementovány. Problematické bylo pouze odzkoušení správného nastavení komponent aktorů vytápění a Fan Coilu, neboť funkce vytápění a chlazení jsou na výukových panelech realizovány pouze rozsvícením příslušných LED diod a nedochází tedy k produkci tepla nebo chladu.

V této práci jsem také popsal základy práce se softwarem ETS4, který je jediným nástrojem pro parametrizaci a programování KNX systému. Tento nástroj je ovšem popsán jen okrajově a vysvětleny jsou pouze základní funkce. Detailní rozbor veškerých možností programu ETS a vysvětlení významu jednotlivých parametrů v aplikačních programech KNX přístrojů, by mnohonásobně přesáhl rozsah této práce.

V závěru mé práce jsem uvedl technickou specifikaci použitých KNX přístrojů. Tato specifikace je doplněna o přílohu, ve které jsou navíc uvedeny ceny jednotlivých komponent a celková finanční částka potřebná k pořízení všech komponent, které jsem při praktické realizaci využil. Výsledná částka atakuje sumu 210 000 Kč bez DPH, z čehož vyplývá, že inteligentní elektroinstalace je poměrně finančně náročnou záležitostí. Chceme-li tedy jednoduchou a levnou instalaci pro malý, nebo středně velký dům, bude ideálním řešením klasická instalace. Pro větší domy je ovšem klasická instalace vhodná jen tehdy, jedná-li se o dům bez složitých dílčích systémů nebo ovládání. Pokud je však v rámci elektroinstalace požadována

univerzálnost řešení, možnost ovládání z centrálních míst nebo pokud je kladen důraz na úsporu energií, je vhodné zvolit elektroinstalaci inteligentní, která umožňuje jak bezproblémovou a jednoduchou regulaci osvětlení, vytápění, atd., tak i zapojení obnovitelných zdrojů (fotovoltaika, tepelný motor, solární ohřev a podobné technické prvky). Vzhledem ke složitosti jakékoliv domovní elektroinstalace je však nutné vybrat mezi klasickou a inteligentní elektroinstalací z několika hledisek tak, aby byla zvolena optimální varianta pro dané zadání a byly splněny všechny požadavky na tuto elektroinstalaci.

Investice vložená do instalace systému KNX nebo jiného inteligentního systému pro řízení provozu budov se ovšem může poměrně rychle vrátit. Toto dokazuje mnoho studií zabývajících se touto otázkou. Příkladem může být například zajímavý pokus univerzity aplikovaných věd v Brémách, která v jedné přednáškové místnosti použila inteligentní elektroinstalaci KNX a druhou, identickou ponechala s elektroinstalací standardní. V období čtyř let byla sledována spotřeba obou místností a došlo se k překvapivému výsledku – při použití KNX inteligentní elektroinstalace bylo dosaženo až 50% úspory energií.

Literatura

- [1] *Intelligentní elektroinstalace Ego-n, Návrhový a instalační manuál*, 5. vydání. ABB s.r.o. Elektro-Praga. [cit. 2012-01-09].
- [2] HALUZA, Miroslav; MACHÁČEK, Jan. *Klasická versus inteligentní elektroinstalace – TZB-info* [online]. 19. 9. 2011. [cit. 2011-12-09]. Dostupný z WWW <<http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>> .
- [3] VOJÁČEK, Antonín. *Sběrnice LonWorks – 1.část – Úvod* [online]. 5. 4. 2005. [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2005040501>> .
- [4] *LonWorks – Wikipedie* [online]. 19. 1. 2011. [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW <<http://cs.wikipedia.org/wiki/LonWorks>>.
- [5] TOMAN, Karel. *Decentralizované sběrnice systémy – TZB-info* [online]. 2. 7. 2007. [cit. 2011-15-11]. Dostupný z WWW <<http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>> .
- [6] *Relé od A do Z! iNELS – inteligentní elektroinstalační systém* [online]. 2012. [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW <<http://www.elkoep.cz/inels-inteligentni-elektroinstalacni-system/>>.
- [7] KLABAN, Jaromír. *Automa: Inels a sběrnice CIB – moderní systém inteligentní elektroinstalace* [online]. 2012. [cit. 2012-01-15]. Dostupný z WWW <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38218>.
- [8] *Technické informace o KNX/EIB systému*. Somfy spol. s r.o, 2010. [cit. 2011-09-12]. 18 s.
- [9] *KNX – Inteligentní dům | Vypínač – Schneider Electric* [online]. 2009. [cit. 2011-11-09]. Dostupný z WWW <<http://www.vypinac.cz/vypinace-a-zasuvky/knx-inteligentni-dum>>.
- [10] KUNC, Josef. *ABB: Sběrnice v instalacích KNX/EIB - ElektriKa.cz* [online]. 12. 3. 2009. [cit. 2011-10-09]. Dostupný z WWW <<http://elektriKa.cz/data/clanky/abb-sbernice-v-instalacich-knx-eib/view>>.
- [11] *ABB i-bus KNX. Příručka pro elektroinstalatéry, popis systému*. ABB 2008. [cit. 2011-10-24] 23 s.
- [12] KUNC, Josef. *ABB: Topologické uspořádání KNX/EIB - ElektriKa.cz* [online]. 20. 4. 2009. [cit. 2011-10-09]. Dostupný z WWW <<http://elektriKa.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-10-cast/view>>.

- [13] KUNC, Josef. *ABB: KNX/EIB Komunikace - ElektriKa.cz* [online]. 21. 8. 2008. [cit. 2011-10-09]. Dostupný z WWW <<http://elektriKa.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-13-cast/view>>.
- [14] KUNC, Josef. *ABB: Instalace KNX/EIB, komunikační telegramy a jejich stavba - ElektriKa.cz* [online]. 20. 1. 2007. [cit. 2011-10-09]. Dostupný z WWW <<http://elektriKa.cz/data/clanky/abb-instalace-knx-eib-komunikacni-telegramy-a-jejich-stavba/view>>.
- [15] KNX certification. Memmingen: Schneider Electric 2010, interní studijní materiál. [cit. 2012-04-23].
- [16] ABB i-bus KNX. Vzorový postup návrhu systémové elektroinstalace pro rodinný dům. ABB 2010. [cit. 2011-11-14] 15 s.
- [17] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Regulacia-teploty/Regulatory-s-tlacidlami/KNX-RTC-tlacidl-pan-2nas-polar-SysM.alej>>.
- [18] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Regulacia-teploty/Regulatory-s-tlacidlami/KNX-RTC-tlacidl-pan-2nas-polar-SysM.alej>>.
- [19] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Stmievacie/Fazove-stmievacie/KNX-Univerzalny-stmievacie-REG-K-230-500W.alej>>.
- [20] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Stmievacie/Stmievacie-0-10V/KNX-Riad-jednotka-0-10V-REG-K-3k-s-man-ovl-.alej>>.
- [21] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Tienenie/Zaluziove-roletove-aktory-4-nasobne/KNX-Zaluziovy-prvok-REG-K-4x-10-s-man-ovl-.alej>>.
- [22] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-04-12]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Regulacia-teploty/Aktory-vykurovania/KNX-Akcny-prvok-vykurovania-REG-K-6x230-0-05A.alej>>.
- [23] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Regulacia-teploty/Regulatory-s-tlacidlami/KNX-RTC-tlacidl-pan-4nas-nerez-SysD.alej>>.
- [24] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Ovladace-tlacidla/Tlacidla-2-nasobne/KNX-Tlacidl-panel-2-nas-plus-nerez-SysD.alej>>.

- [25] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Ovladace-tlacidla/Tlacidla-2-nasobne/KNX-Tlacidl-panel-2-nas-plus-polar-biela-SysD.alej>>.
- [26] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Ovladace-tlacidla/Tlacidla-4-nasobne/KNX-Tlacidl-panel-4-nas-plus-polar-biela-SysD.alej>>.
- [27] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Ovladace-tlacidla/Tlacidla-1-nasobne/KNX-Tlacidl-panel-1-nas-plus-polar-biela-SysD.alej>>.
- [28] *IQmarket.sk* [online]. 2012. [cit. 2012-02-21]. Dostupný z WWW <<http://www.iqmarket.sk/sk/Produkty/KNX-EIB/Ovladace-tlacidla/Tlacidla-3-nasobne/KNX-Tlacidl-panel-3-nas-plus-polar-biela-SysD.alej>>.
- [29] *System user guide - MTN6174xx*. V6275-561-00 12/07. Schneider Electric 2008. [cit. 2012-02-26]. 21stran.
- [30] *System user guide MTN6212-03xx*. V6212-561-00 09/09. Schneider Electric 2009. [cit. 2012-02-26]. 49 stran.
- [31] *System user guide MTN646991*. V6469-562-00 01/08. Schneider Electric 2008. [cit. 2012-02-26]. 32 stran.
- [32] MAŠEK, Jakub. *Počítačové řízení a programování prvků inteligentní elektroinstalace KNX*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 57 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora. [cit. 2011-15-11].
- [33] *Energy Efficiency with KNX*. KNX Association 2011. [cit. 2012-03-16]. 20 s. Dostupný z WWW <<http://www.knx.org/downloads-support/downloads/>>.
- [34] *Jak se vyvíjí průměrná cena elektřiny? | Ceny Energie* [online]. 11. 2. 2011. [cit. 2012-03-16]. Dostupný z WWW <<http://www.cenyenergie.cz/jak-se-vyviji-prumerna-cena-elektriny.aspx>>.

Seznam příloh

Tištěné přílohy:

- Příloha I.** - Okna programovacího nástroje ETS4. 8 stran.
- Příloha II.** - Schémata zapojení KNX prvků ve výukových panelech. 5 stran.
- Příloha III.** - Seznam komponent s cenami a fyzickými adresami, fotografie výukových panelů. 12 stran.

Přílohy, uložené na přiloženém CD:

K této práci je přiloženo CD, na kterém je uložena práce v elektronické podobě, přílohy I. – III., příloha KNX_Datapoint_Types, katalogové listy jednotlivých přístrojů a projekt exportovaný z nástroje ETS4.

Struktura a obsah adresářů:

- / Text – elektronická verze bakalářské práce ve formátu pdf
- / Přílohy – přílohy I. – III., KNX_Datapoint_Types.pdf
- / Uživatelské příručky – uživatelské příručky využitých přístrojů
- / Program – projekt exportovaný z nástroje ETS4